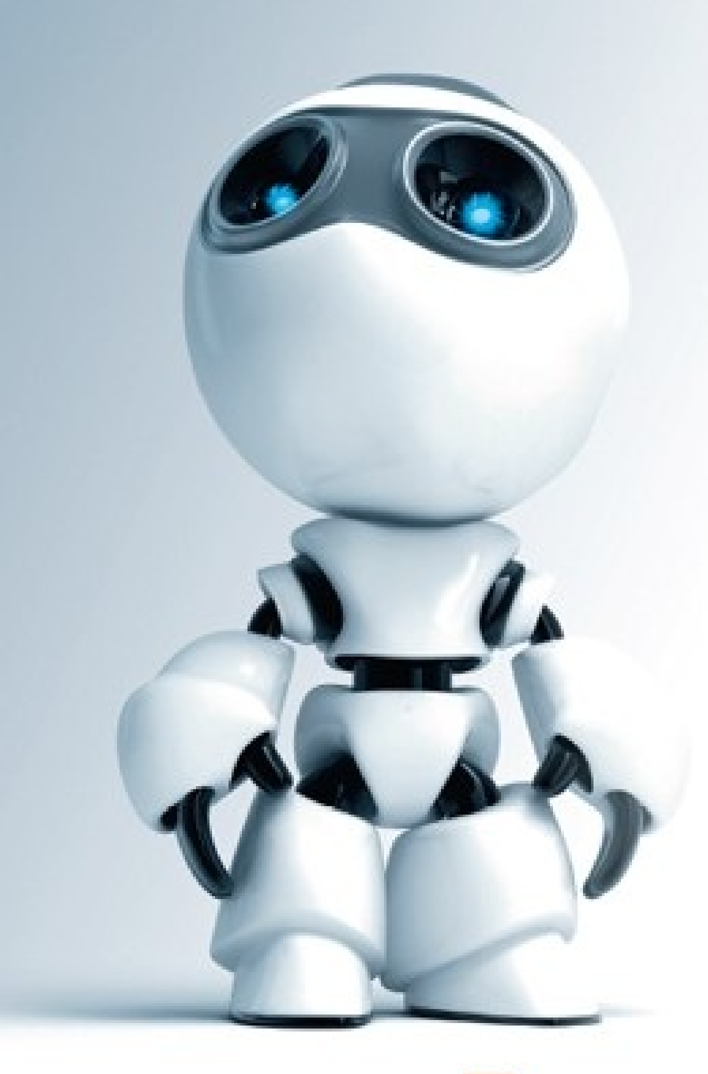
Nathalie **Barbary**

SANSTABOO



Excel expert

Couvre **Excel 2013 et 2010**

Fonctions, TCD, simulations, visualisation, bases de données

EYROLLES

Résumé

Prenez le contrôle de vos données et de vos classeurs

› Optimisez votre environnement de travail en maîtrisant toutes les astuces de navigation, de saisie et d'édition.
› Visualisez vos données en agrémentant vos classeurs de mises en formes conditionnelles, de graphiques et d'illustrations.
› Définissez vos styles et vos propres modèles de classeurs.
› Découvrez les 460 fonctions de calcul qui doteront vos modèles de toute leur puissance.
› Sécurisez les échanges avec vos collaborateurs.
› Établissez des passerelles avec vos bases de données pour les exploiter à l'aide de l'immense arsenal analytique d'Excel.
› Définissez vos scénarios et tirez parti de toutes les facettes des tables de données et du Solveur pour optimiser vos simulations.
› Personnalisez votre environnement de travail en modifiant le ruban et la barre d'outils Accès rapide.
› Développez vos propres automatismes avec VBA.

À qui s'adresse cet ouvrage ?

› *aux utilisateurs confirmés, désireux d'optimiser leur pratique dans un cadre professionnel ou non.*
› *aux gestionnaires et aux scientifiques souhaitant utiliser toutes les possibilités d'Excel pour développer au mieux leurs outils métier.*
› *aux étudiants en gestion ou en commerce ainsi qu'aux lycéens à la recherche d'explications claires et documentées sur des thèmes un peu délicats (statistiques, probabilités, nombres complexes, fonctions financières, fonctions de Bessel, etc.).*

Un tableur pour les experts

Fort de ses 460 fonctions, Excel devient un outil d'analyse extrêmement puissant, à condition d'avoir une méthode de travail rigoureuse et une connaissance intime de cet outil exceptionnel. Les exemples professionnels issus de l'expérience de l'auteur montreront au novice comme à l'expert comment optimiser son outil métier et approfondir les fonctions de représentation et de visualisation de données.

Biographie auteur

Experte Excel, **Nathalie Barbary** développe des outils spécialisés à l'attention des directeurs financiers et des contrôleurs de gestion. Elle conseille et forme des clients appartenant le plus souvent

au domaine financier, dont plusieurs filiales de la Caisse des Dépôts et Consignations. Parallèlement, elle a écrit ou traduit une vingtaine d'ouvrages sur Excel et en a enseigné les secrets aux élèves de masters de finances d'Écoles Supérieures de Commerce. Pendant une dizaine d'années, elle a collaboré à neuf revues de la presse informatique et tourné une dizaine de vidéos d'apprentissage pour une société suédoise.

@ Retrouvez trois chapitres et une annexe en téléchargement sur www.editions-eyrolles.com

www.editions-eyrolles.com

Nathalie Barbary

SANSTABOO

Excel expert

Fonctions, simulations, bases de données

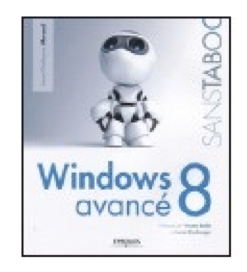


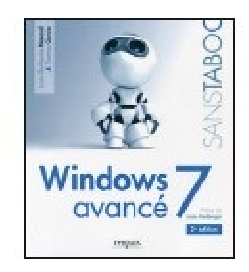
EYROLLES

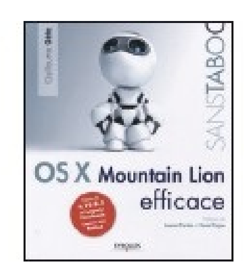
ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

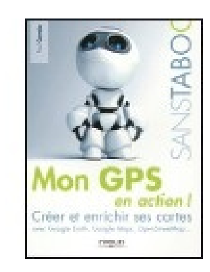
Attention : la version originale de cet ebook est en couleur, lire ce livre numérique sur un support de lecture noir et blanc peut en réduire la pertinence et la compréhension.

DANS LA MÊME COLLECTION

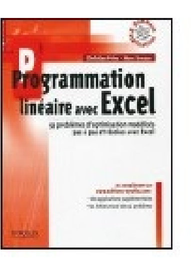






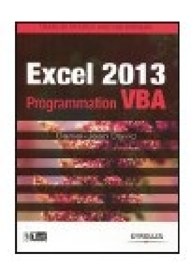


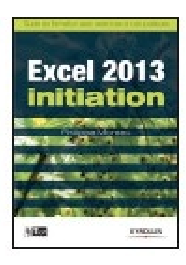
CHEZ LE MÊME ÉDITEUR



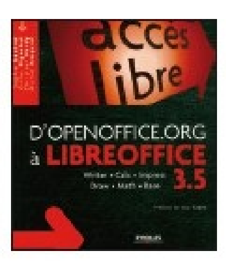


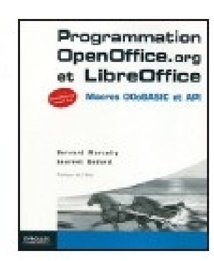


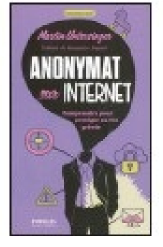


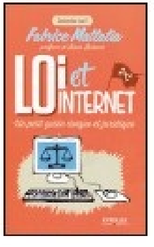


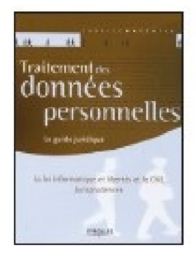


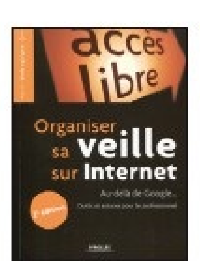


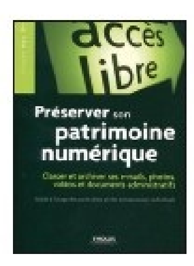


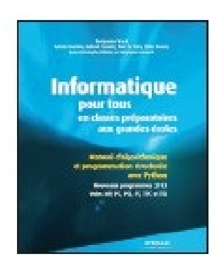


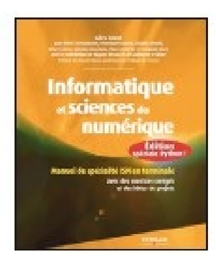


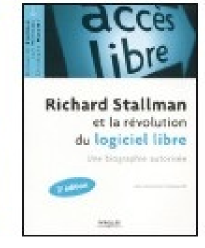


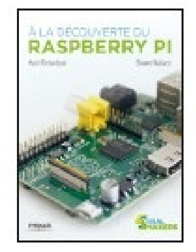




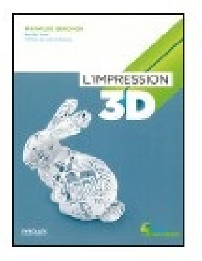


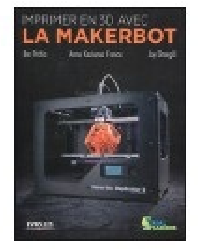


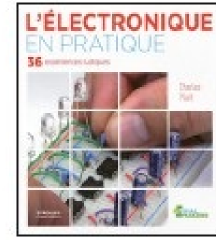


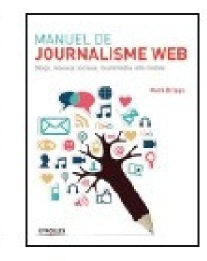




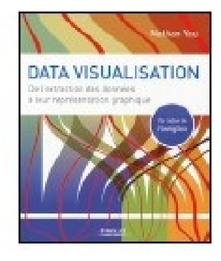




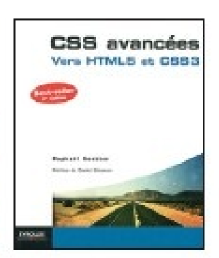




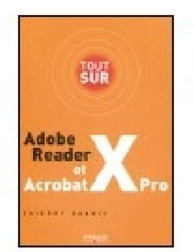


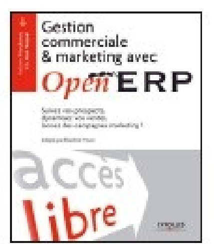








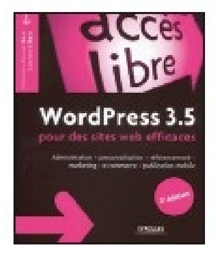


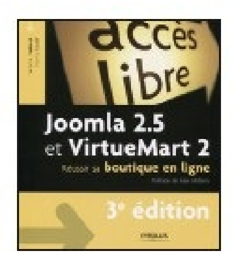


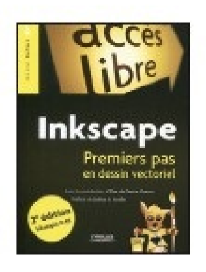


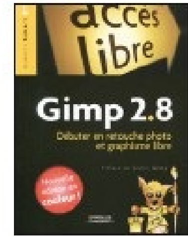


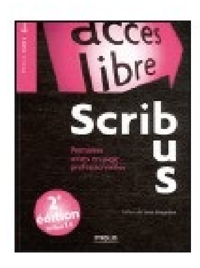












Retrouvez nos bundles (e-book + livre papier) et livres numériques sur
http://izibook.eyrolles.com

Avant-propos

Les linéaires des librairies débordent de livres sur Excel… Mais force est de constater que nombre d'entre eux se ressemblent, reprenant des pans entiers de l'aide Microsoft sans mise en perspective particulière ni apport pédagogique notable. D'où ce nouvel opus.

Nathalie Barbary nourrit depuis plus de vingt-cinq ans une véritable passion pour le logiciel Excel. Dès la première version, en 1985, elle rédigeait déjà articles, ouvrages et supports pédagogiques, désireuse de partager son expérience et ses découvertes avec le plus grand nombre, et animée d'un enthousiasme qui, en un quart de siècle, n'a jamais faibli.

La qualité principale de ce livre réside dans la mise en perspective des commandes. Un soin particulier a été apporté aux quatre cent soixante fonctions de calcul qui, trop souvent, sont présentées dans d'interminables listings. Ici, elles sont traitées par thème, et systématiquement situées dans leur contexte, au sein d'exemples de problèmes issus de l'expérience professionnelle de l'auteur.

Lorsqu'elles correspondent à des notions théoriques fondamentales, comme les nombres complexes ou les fonctions trigonométriques, des apartés spécifiques rappellent le contexte historique de leur apparition. Pour celles qui répondent aux besoins de professions spécifiques comme les statistiques ou les fonctions de l'ingénieur, un gros travail pédagogique a été fourni pour que, à travers des schémas et explications simples, le néophyte puisse malgré tout entrevoir l'utilité de la fonction traitée – et sans que cela entame pour autant l'intérêt du spécialiste, qui trouvera systématiquement une présentation de l'algorithme de calcul mis en œuvre.

Les autres fonctionnalités sont traitées par type de problématique. En effet, dès que l'on travaille avec un tableur, les difficultés qui se présentent sont liées à la nature de la tâche entreprise. Cet ouvrage apporte donc une réponse aux questions suivantes :

- Comment faciliter le travail avec de grands tableaux ?
- Comment choisir et exploiter au mieux les diverses méthodes disponibles pour mener à bien une simulation ?
- Comment illustrer un tableau ?
- Comment échanger ses données ou partager un classeur ?

- Comment travailler avec les bases de données ?
- Comment personnaliser Excel ?

Systématiquement, des exemples directement inspirés de l'expérience professionnelle de l'auteur viennent étayer schémas, explications et procédures.

> **MÉTHODOLOGIE**
>
> Très largement utilisé, Excel constitue le « couteau suisse » de la suite Office. Doté de commandes de mise en forme sophistiquées, il est souvent détourné de sa vocation première pour devenir un véritable outil de création graphique – il faut dire que le quadrillage des cellules utilisé comme grille magnétique est pratique… Certains vont même parfois jusqu'à l'utiliser comme traitement de texte !
> Cette très grande souplesse a néanmoins le revers d'enfermer l'utilisateur dans des procédures bâties par tâtonnements successifs qui, si elles rendent bien le service attendu, peuvent toutefois être optimisées pour perdre leur caractère tortueux et inutilement compliqué.

Ce livre fourmille d'astuces destinées à optimiser les travaux élaborés, mais aussi les tâches les plus élémentaires, comme les sélections. Il permet également de dépasser certains blocages, en décomposant les procédures complexes, et en accompagnant systématiquement les notions délicates de schémas et d'exemples concrets.

Enfin, d'autres lecteurs y découvriront de nouvelles fonctionnalités, et utiliseront Excel pour des tâches auxquelles ils n'auraient jamais pensé.

> **VERSION Excel 2010 et Excel 2013**
>
> Cet ouvrage couvre l'intégralité de la version 2010 d'Excel et rend compte de toutes les nouveautés de la version 2013.

À qui s'adresse l'ouvrage ?

Ce livre s'adresse donc :

- aux novices soucieux d'adopter d'emblée de bonnes habitudes ;
- aux utilisateurs confirmés, désireux d'optimiser leur pratique, et curieux d'élargir leur horizon à de nouvelles fonctionnalités ;
- aux naufragés d'Excel 2003, décontenancés par le ruban et ses onglets ;
- aux lycéens friands de topos clairs et documentés sur des thèmes un peu délicats (statistiques, probabilités, nombres complexes, fonctions financières, fonctions de Bessel, etc.).

Structure de l'ouvrage

Fondé sur un exemple de suivi budgétaire, le **premier chapitre** présente les fonctionnalités de base (mise en forme, formules simples, liaisons, etc.).

Le **chapitre 2** offre un petit tour de piste de l'environnement de travail et expose toute une série d'astuces permettant d'optimiser les tâches quotidiennes (sélections, édition, etc.). Enfin, il détaille les techniques de mise en forme en faisant la part belle aux thèmes et aux styles.

Le **chapitre 3** démonte un à un les principaux obstacles pouvant se dresser lorsqu'on aborde les grands tableaux.

Le **chapitre 4** donne tous les éléments nécessaires à la conquête du « cœur » d'Excel, à savoir, les formules.

Le **chapitre 5** s'adresse plus particulièrement aux gestionnaires, en mettant en situation les outils qui leurs seront les plus utiles, à travers quelques exemples explicites (fonctions logiques, fonctions de date, outils de simulation, listes, etc.).

Le **chapitre 6** aborde les fonctions financières et déroule divers exemples destinés à illustrer toutes les facettes de cette discipline (remboursement d'emprunts, gestion de titres, calculs d'amortissements, etc.)

Les **chapitres 7 et 8** dressent un panorama complet de toutes les illustrations graphiques pouvant être installées dans Excel (images, dessins, diagrammes, etc.), le chapitre 8 étant entièrement consacré à la maîtrise des graphiques.

Le **chapitre 9** présente toutes les techniques disponibles pour bien travailler en équipe et échanger ses données, le **chapitre 10** expliquant comment Excel peut dialoguer avec les autres logiciels.

Enfin, le **chapitre 11** indique toutes les voies disponibles pour personnaliser Excel, depuis la programmation en VBA, jusqu'à la maîtrise des modèles.

RESSOURCES ET COMPLÉMENTS **Chapitres et annexe en ligne : fonctions mathématiques, statistiques, fonctions de l'ingénieur et annexe**

Vous pourrez télécharger sur la fiche de l'ouvrage trois chapitres supplémentaires consacrés aux fonctions mathématiques, statistiques et aux fonctions de l'ingénieur, ainsi qu'une annexe.

▸ www.editions-eyrolles.com

Remerciements

Je tiens à remercier ici toute l'équipe des éditions Eyrolles, et plus spécialement Muriel Shan Sei Fan, qui m'a fait confiance jusqu'au bout, ainsi que Laurène Gibaud, Sophie Hincelin, Géraldine Noiret et Marie Sicaud. Merci également à Antoinette Gimaret qui m'a autorisée à utiliser quelques images prises au Japon, et à Guillaume Lordat qui a bien

voulu me confier son magnifique écureuil pour servir d'emblème aux financiers. Enfin, un remerciement tout particulier à mon mari, Patrick Legand, qui m'a supportée pendant ce long accouchement et qui m'a aidée à aborder les quelques fonctions très techniques du monde des ingénieurs (fonctions de Bessel, etc.).

Table des matières

1. UN PETIT TOUR DES FONCTIONS DE BASE POUR ÉLABORER UN MODÈLE PUISSANT
Structurer les données au service du modèle
Établir la liste des dépenses
Importer ou saisir la liste des dépenses avec un minimum de trois colonnes
Utiliser dans un classeur les données d'un autre classeur
Construire le modèle à partir de trois feuilles
Deux feuilles pour paramétrer le modèle
Une feuille pour accueillir le tableau de suivi
Construire les tableaux de paramètres
Établir la liste des comptes
Acquérir tout de suite les bons réflexes de mise en forme
Nommer les plages les plus utilisées
Renommer la feuille
Acquérir tout de suite les bons réflexes de gestion de fichier
Construire le tableau des paramètres
Organiser les saisies et les formules
Construire les formules
Construire le tableau de suivi budgétaire
Saisir les intitulés, les constantes et construire les formules
Tout d'abord, saisir les intitulés
Ensuite, saisir les constantes
Enfin, créer les formules
Mettre en forme le tableau de suivi
Modifier la taille des cellules
Créer un fond dégradé
Afficher les intitulés de poste verticalement
Faire apparaître les écarts négatifs en rouge
Ajouter les graphiques sparkline
Finaliser la mise en page

2. MAÎTRISEZ VOTRE ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL…

Maîtriser l’environnement de travail d’Excel
- Accéder aux commandes d’Excel
  - Le ruban : on ne vous montre pas tout !
  - Équiper la barre d’outils Accès rapide
  - Étoffer le ruban
  - Actionner les raccourcis historiques
- Personnaliser la barre d’état, la barre des tâches et certains aspects d’Excel
  - La barre d’état : une surveillance permanente
  - La barre des tâches : un accès à d’autres fenêtres
  - Paramétrer l’environnement d’Excel dans ses moindres détails
- Bien gérer les feuilles et les classeurs
  - Les feuilles : maîtriser leurs onglets
  - Les feuilles : constituer des groupes de travail
  - Les feuilles : explorer leurs limites
  - Les feuilles : des astuces pour les insérer, les supprimer ou les copier
  - Les feuilles : bien organiser leur affichage
  - Afficher ou masquer un classeur

Accroître sa productivité
- Maîtriser les techniques de navigation et de sélection
  - Naviguer avec souplesse dans un classeur
  - Sélectionner rapidement toutes sortes de cellules
- La zone Nom : créer des portes dérobées vers certaines cellules
  - Donner un nom à une cellule ou une plage de cellules
  - Modifier ou supprimer un nom
  - Utiliser les noms
- Astuces de saisie
  - La barre de formule : entrer dans une cellule par la grande porte
  - Accélérer et sécuriser la saisie
  - Améliorer la qualité de sa saisie avec la vérification orthographique
  - Modifier rapidement une saisie avec la commande Remplacer

Transformer un tableau sans tout recommencer
- Soigner sa copie
  - Une poignée de recopie pleine de ressources
  - Le collage spécial du lendemain
  - Une souris capable de déplacer les plages
  - Un collage spécial puissant

Effacer, supprimer, insérer des cellules
Effacer des cellules
Supprimer des cellules
Insérer des cellules
Intervertir des colonnes
Mettre en forme un tableau
Le classeur : bien gérer son thème
Le thème actif est la charte graphique de votre classeur
Changer de thème
La feuille : maîtriser sa mise en page
Passer en mode mise en page
Modifier l’échelle d’impression de votre document
Définir une zone d’impression
Aménager des en-têtes et des pieds de page
Retrouver les intitulés sur toutes les pages imprimées
Imprimer les têtes de lignes et de colonnes ainsi que le quadrillage
Mettre en place un arrière-plan
La cellule : exploiter toute la puissance de sa mise en forme
Décrypter les formats de nombre
Modifier les caractères des cellules
Modifier les bordures des cellules
Modifier la taille des cellules
Masquer des cellules
Protéger des cellules
Utiliser les styles pour mettre en forme les cellules
Utiliser les graphiques sparkline pour mettre en valeur vos données

3. DOMPTEZ LES GRANDS TABLEAUX
Des mises en forme qui s’adaptent elles-mêmes au contexte
Des mises en forme conditionnelles prêtes à l’emploi
Faire le maximum avec les deux premiers types de mise en forme conditionnelle
Comprendre les enjeux des trois derniers types de mise en forme conditionnelle
Organiser les règles de mise en forme conditionnelle
Créer ses propres règles de mise en forme conditionnelle
Gérer la liste des règles de mise en forme conditionnelle
Un plan pour structurer le chaos
Élaborer un plan

Construire un plan automatique
Construire un plan manuel
Utiliser un plan
Jouer sur l’affichage du plan
Transformer le plan
Des sous-totaux automatiques
Trier un tableau
Réaliser un tri simple
Réaliser un tri élaboré
Trier un tableau par couleurs
Trier un tableau selon des listes personnalisées
Calculer plusieurs niveaux de sous-totaux
Calculer un premier niveau de sous-totaux
Calculer un deuxième niveau de sous-totaux
Des filtres pour une analyse express
Travailler avec un tableau standard ou un tableau structuré ?
Transformer une plage quelconque en tableau structuré
Transformer un tableau structuré en plage quelconque
Filtrer une liste
Filtrer une liste à l’aide de filtres simples
Filtrer une liste à l’aide de filtres numériques, textuels ou chronologiques
Filtrer une liste à l’aide de filtres avancés
Filtrer une liste à l’aide de segments
Des tableaux croisés dynamiques malléables à merci
Utiliser un tableau croisé dynamique
Créer un tableau croisé dynamique
Jouer avec les niveaux du tableau croisé dynamique
Modifier l’affichage des valeurs d’un tableau croisé dynamique
Des tableaux croisés dynamiques avec des champs de valeurs multiples
Des tableaux croisés dynamiques avec des champs de valeurs sophistiqués
Des tableaux croisés dynamiques avec des champs calculés
Les outils d’analyse d’un tableau croisé dynamique
Filtrer les champs d’un tableau croisé dynamique
Analyser un résultat du tableau croisé dynamique : afficher le détail d’un agrégat
Peaufiner la présentation d’un tableau croisé dynamique
Afficher ou masquer les sous-totaux d’un tableau croisé dynamique
Modifier l’affichage des étiquettes de lignes et de colonnes d’un tableau croisé

dynamique
Mettre à jour un tableau croisé dynamique
Utiliser un graphique croisé dynamique
Créer un graphique croisé dynamique
Modifier un graphique croisé dynamique

4. DOMINEZ LES FORMULES
Comment une formule est-elle construite ?
Les principales composantes d'une formule
Les opérateurs d'une formule
Pourquoi introduire des parenthèses dans une formule ?
Les opérandes d'une formule
À quoi servent les 460 fonctions préprogrammées ?
Comment utiliser les 460 fonctions préprogrammées ?
Comprendre la syntaxe des fonctions préprogrammées
Comment insérer une fonction dans une formule ?
Pourquoi imbriquer des fonctions ?
Comment éviter les erreurs en recopiant une formule ?
Traquer les erreurs dans les formules
Distinguer les sept valeurs d'erreur
Éviter les erreurs de syntaxe
Activer le suivi des erreurs
Déconnecter la surveillance globale
Choisir les erreurs à traquer
Corriger les erreurs de formules
Dans quel cas utiliser une formule matricielle ?
Créer une formule matricielle
Créer une formule matricielle avec des opérateurs standards
Utiliser une fonction matricielle « pure »
Créer une formule matricielle « mixte »
Manipuler les constantes matricielles
Syntaxe d'une matrice horizontale
Syntaxe d'une matrice verticale
Pourquoi Excel propose-t-il plusieurs modes de calcul ?
Quand passer en calcul manuel ?
Quand passer en calcul itératif ?
Établir des liaisons entre les classeurs

Ouvrir un classeur cible
Modifier le chemin d'accès du classeur source

5. DU CÔTÉ DES GESTIONNAIRES

Soixante-douze fonctions pour mettre en place vos simulations
- Neuf fonctions logiques
  - Descriptif des neuf fonctions logiques
  - Calculer une prime d'intéressement à l'aide des fonctions logiques
- Vingt fonctions d'information
  - Descriptif des vingt fonctions d'information
  - Contrôler le paiement des factures à l'aide des fonctions d'information
- Vingt-quatre fonctions de date
  - Descriptif des vingt-quatre fonctions de date
  - Suivre la rémunération d'obligations à l'aide des fonctions de date
- Dix-neuf fonctions de recherche
  - Descriptif des dix-neuf fonctions de recherche
  - Calculer le montant de l'impôt sur le revenu à l'aide des fonctions de recherche

Optimisez les simulations
- Faites parler vos formules avec les tables de simulation
  - Mettre en place la structure de la table de simulation
  - Calculer la table de simulation
  - Comment lire les résultats de la table de simulation ?
- Valeur cible et solveur : des simulations à rebours
  - Utiliser la commande Valeur cible
  - Activer et utiliser la commande Solveur
- Gestionnaire de scénarios : envisagez la vie en noir ou en rose
  - Mettre en place le premier scénario
  - Définir plusieurs scénarios
- Des listes déroulantes pour guider les simulations
  - Choisir un code dans une liste de produits
  - Mettre la liste en place avec la commande Validation des données
  - Mettre la liste en place avec les contrôles de formulaires
  - Mettre la liste en place avec les contrôles ActiveX

6. DU CÔTÉ DES FINANCIERS

Domaines couverts par les fonctions financières
- Connaître les instruments financiers
- Comprendre le rapport entre taux et temps

Investissements à taux d'intérêt et remboursements constants
L'équation reliant cinq fonctions financières
Les cinq fonctions de l'équation en pratique
Taux et durée d'un investissement
Emprunts et échéanciers
Échéancier d'un emprunt
Échéancier d'un emprunt avec cumuls
Calculs de rentabilité sur des séries de cash-flows
Calculs de rentabilité avec des cash-flows survenant à des périodes régulières
Calculs de rentabilité avec des cash-flows survenant à des périodes irrégulières
Suivi d'emprunts obligataires
Échéancier d'un emprunt obligataire
Liquidation d'un titre entre deux échéances
Prix et rendement d'une obligation
Prix et rendement d'une obligation avec coupons
Prix et rendement d'une obligation sans coupons
Billets du trésor
Fonctions de conversion pour taux et cotations
Rapport entre taux effectif et taux nominal
Forme des cotations boursières
Amortissements
Amortissements linéaires
Calculer un amortissement linéaire pour une année pleine
Construire un plan d'amortissement
Amortissements dégressifs
Amortissement dégressif à la française
Amortissements dégressifs simples et doubles
Amortissement dégressif selon la méthode SOFTY

7. ILLUSTREZ VOS TABLEAUX
Insérer un objet graphique
Insérer une image
Insérer une image du Clipart
Insérer une forme
Insérer un objet SmartArt
Insérer une capture d'écran
Première méthode : récupérer l'intégralité de la capture

Seconde méthode : récupérer une partie de la capture
Insérer un graphique
Insérer une zone de texte
Insérer un objet WordArt
Insérer un objet
Insérer une équation
Modifier un objet graphique
Sélectionner les objets graphiques
Sélectionner plusieurs objets : première technique (clic)
Sélectionner plusieurs objets : seconde technique (lasso)
Modifier l'emplacement des objets graphiques
Déplacer finement un objet
Modifier l'alignement des objets graphiques
Faire pivoter les objets graphiques
Modifier la superposition des objets graphiques
Grouper les objets graphiques
Modifier la taille d'un objet graphique
Rogner un objet
Modifier le dessin d'une forme
Modifier la composition d'un graphique SmartArt
Modifier le format d'un objet graphique
Modifier les effets sur un objet
Modifier les composantes du format d'une image

8. FAITES PARLER VOS GRAPHIQUES

Exécuter les phases de création du graphique dans un certain ordre
Créer un graphique
Créer un graphique selon les choix par défaut d'Excel
Choisir la bonne représentation graphique
Créer un graphique en contrariant les choix par défaut d'Excel
Créer un graphique en modifiant le sens des séries
Corriger après coup les choix par défaut d'Excel
Ajouter ou supprimer une série au graphique
Maîtriser la fonction clé du graphique : SERIE
Rendre un graphique indépendant de la feuille de calcul
Modifier le titre d'une série
Modifier l'ordre de traçage des séries

Choisir les objets à afficher ou à masquer dans le graphique
Parcourir tous les éléments du graphique
Afficher ou masquer un élément dans le graphique
Modifier le format des objets composant le graphique
Modifier le remplissage d’une série
Remplir une série avec une image
Connaître les options propres aux divers types de représentations graphiques
Maîtriser l’affichage de dates sur l’axe des abscisses
Jouer avec l’échelle de l’axe des ordonnées
Appliquer au graphique une mise en forme express
Modifier l’emplacement du graphique
Composer des graphiques élaborés
Juxtaposer plusieurs types de représentations graphiques
Juxtaposer histogrammes simples et empilés
Ajouter une courbe de tendance au graphique
Afficher les étiquettes sur un graphique en nuage de points
Personnaliser un graphique boursier
Exploiter les modèles de graphiques
Définir un graphique comme modèle
Utiliser un modèle graphique
Récupérer un modèle graphique
Administrer ses modèles graphiques

9. ÉCHANGEZ VOS DONNÉES AVEC D’AUTRES UTILISATEURS
Concevez votre classeur dans un objectif de diffusion
Commenter un tableau
Ajouter un commentaire
Modifier un commentaire
Dupliquer un commentaire
Modifier les formats d’un commentaire
Parcourir les commentaires d’une feuille
Imprimer les commentaires
Partager un classeur
Partager un classeur sur un serveur commun
Conférer la propriété Partagé à un classeur
Suivre à plusieurs les modifications d’un classeur
Comparer et fusionner les classeurs

Filtrer la saisie dans une feuille de calcul
Mettre en place des filtres de saisie
En cas de saisie défectueuse, afficher des messages d'alerte personnalisés
Créer des invites de saisie sur la feuille de calcul
Installer des protections sur le classeur
Protéger un classeur à l'ouverture
Protéger une feuille à l'écriture
Protéger la structure et les fenêtres d'un classeur
Individualiser la protection d'une feuille de calcul en fonction des utilisateurs
Signer un document électronique
Soigner le format d'enregistrement du classeur
Lire un classeur
Utiliser les données d'un classeur dans d'autres contextes qu'Excel
Récupérer les données et les formules du classeur
Recevez un classeur conçu par un autre utilisateur
Découvrir les propriétés d'un classeur inconnu
Maîtriser les outils d'audit du classeur
Auditer une cellule : rechercher les antécédents et les dépendants
Sélectionner les cellules suivant leur nature
Espionner les cellules de tous les classeurs ouverts
Repérer tous les objets nommés d'un classeur
Lancer des recherches dans une plage, la feuille active ou le classeur actif
Ouvrir un fichier de format différent de .xls ou .xlsx
Consolider les données de tableaux multiples
Consolider les données à l'aide de sommes en trois dimensions
Consolider les données à l'aide de consolidations simples
Consolider les données à l'aide de consolidations élaborées

10. Faites dialoguer Excel avec les autres logiciels

Importer des fichiers texte dans Excel
Ouvrir un fichier texte
Étape 1 : préciser la nature du fichier texte
Étape 2 : organiser les colonnes du fichier texte
Étape 3 : modifier le format des colonnes du fichier texte
Bien interpréter les dates stockées dans le fichier texte
Le problème délicat du séparateur de décimale lors de l'import d'un fichier texte
Un dernier recours : la commande Convertir

Transformer les données d’un fichier importé
À quoi servent les fonctions de texte ?
Encoder les caractères
Transformer des majuscules en minuscules et inversement
Convertir des valeurs numériques en format texte et inversement
Nettoyer les caractères de bas niveau
Extraire des sous-chaînes de caractères
Rechercher des chaînes de caractères
Substituer une chaîne de caractères à une autre
Répéter les caractères
Dénombrer, concaténer, comparer des chaînes de caractères
Scinder noms et prénoms
Isoler une valeur numérique pour faire des calculs
Connecter Excel à des bases de données
Importer des données depuis Access
Importer toutes les données d’une table
Importer des données filtrées
Utiliser une requête existante
Exploiter le modèle de données d’Excel
Construire un modèle de données
Utiliser un modèle de données
Importer un modèle de données
Paramétrer les connexions aux bases de données
Utiliser une connexion
Créer une connexion
Utiliser les cubes
Exploiter un cube
Créer un tableau croisé dynamique à partir d’un cube
Maîtriser les fonctions liées aux cubes
Obtenir des résultats statistiques à partir des fonctions BD
Calculer une moyenne, une somme et un minimum
Explorer les autres fonctions de base de données
Utiliser les liens hypertextes
Définir un lien hypertexte depuis une cellule
Définir un lien hypertexte depuis un objet
Supprimer ou modifier un lien hypertexte
Accéder aux sites web

Accéder aux sites web par une requête
Accéder aux sites web par une fonction
Exporter Excel
Exporter un tableau
Exporter un graphique

11. PERSONNALISEZ EXCEL

Programmer dans Excel en VBA
Où créer un programme dans Excel ?
Vos premiers pas dans VBE, l'environnement de programmation
Construire un programme événementiel sous Excel
Construire, sous Excel, une fonction de calcul personnalisée
Rendre l'exécution d'un programme plus ergonomique
Comprendre VBA, le langage de programmation d'Excel
VBA : des collections d'objets définis à travers des classes
VBA : des objets dotés de méthodes et de propriétés
VBA : des objets organisés en bibliothèques
VBA : comprendre sa syntaxe
VBA : maîtriser les principales structures conditionnelles
VBA : maîtriser les principales structures de boucles
Cinq programmes pour aller plus loin
Afficher les étiquettes de données dans un graphique en nuage de points
Lister toutes les formules de la feuille active
Protéger ou déprotéger toutes les feuilles d'un classeur
Arrondir réellement les valeurs d'une plage
Automatiser la saisie des sources d'une consolidation
Tester les macros et apprendre
Exécuter un programme pas à pas
Comment progresser en programmation ?
Personnaliser l'environnement de travail d'Excel
Enrichir la barre d'outils Accès rapide et étoffer le ruban
Quelles macros attacher à la barre d'outils Accès rapide ?
Créer un classeur de macros personnelles
Attacher des macros à la barre d'outils Accès rapide
Modéliser les classeurs
Utiliser des modèles de classeurs personnalisés
Modifier les paramètres des nouveaux classeurs

INDEX

Disponible en téléchargement

12. DU CÔTÉ DES MATHÉMATICIENS

Soixante-quatorze fonctions Maths et trigonométrie

Fonctions d'arrondi

Fonctions afférentes au signe des nombres

Fonctions afférentes aux nombres entiers

Sommes

Réaliser une somme respectant une condition

Réaliser une somme respectant plusieurs conditions

Calculer des sous-totaux

Fonctions particulières

Fonctions statistiques et valeurs d'erreur

Développements limités

Convertir un nombre en chiffres romains ou en chiffres arabes

Convertir un nombre décimal en diverses bases et inversement

Produits

Exponentielles et logarithmes

Calculs matriciels

Probabilités

Factorielles

Valeurs aléatoires

Combinaisons et arrangements

Fonction multinomiale

Fonctions circulaires

Fonctions hyperboliques

Deux exemples d'utilisation des fonctions mathématiques

Résolution d'un système de 4 équations à 4 inconnues

Développement limité

13. DU CÔTÉ DES STATISTICIENS

Tendance centrale et dispersion

Compter les individus

Un graphique pour représenter la répartition des élèves

Regrouper en classes

Indicateurs de tendance centrale

Indicateurs de dispersion
Valeurs extrêmes
Quartiles et centiles
Mesure des écarts à la moyenne
Ordonner les valeurs
Liaison entre deux variables quantitatives
Utiliser le coefficient de corrélation
Qu’est-ce qu’un coefficient de corrélation ?
Calculer le coefficient de corrélation
Utiliser la régression
Régression simple
Régression multiple
Faire des prévisions
Distributions théoriques
Lois de probabilités discrètes
Loi binomiale
Loi hypergéométrique
Loi de Poisson
Lois de probabilités continues
Loi normale
Loi log-normale
Loi Gamma
Loi Bêta
Loi de Weibull
Loi exponentielle
Loi du Khi-deux
Loi de Student
Loi de Fisher-Snedecor
Indicateurs, tests et intervalles de confiance
Aplatissement d’une courbe
Tests d’hypothèses
Intervalles de confiance

14. DU CÔTÉ DES INGÉNIEURS
Nombres complexes
Notation d’un nombre complexe
Opérations simples sur les nombres complexes

Complexes conjugués
Représentation trigonométrique des nombres complexes
Calculs de base avec les nombres complexes
Puissance et racine d’un nombre complexe
Fonctions circulaires appliquées aux nombres complexes
Sinus et cosinus d’un nombre complexe
Tangente et cotangente d’un nombre complexe
Sécante et cosécante d’un nombre complexe
Sinus et cosinus hyperboliques d’un nombre complexe
Sécante et cosécante hyperboliques d’un nombre complexe
Exponentielle et logarithme d’un nombre complexe
Nombre binaire, octal, décimal, hexadécimal
Système binaire et système décimal
Système octal et système hexadécimal
Opérations binaires
Opérations binaires de type ET, OU et OU EXCLUSIF
Opérations binaires destinées à décaler les bits
Fonctions de Bessel
Deux familles de fonctions de Bessel
Fonctions de Bessel, dites de première espèce
Fonctions de Bessel, dites de deuxième espèce
Extension des fonctions de Bessel dans le plan complexe
Fonctions de Bessel proposées par Excel
Fonctions d’erreur
Fonction d’erreur ERF
Fonction d’erreur complémentaire
Fonctions d’erreur proposées par Excel
Fonctions spéciales
Comparer deux valeurs
Convertir les unités

ANNEXE
Correspondances options Excel 2003 – Excel 2010
Affichage
Calcul
Modification
Général

Transition
Liste pers.
Graphique
Couleur
International
Options
Vérification des erreurs
Orthographe
Sécurité
Correspondances commandes Excel 2003 – Excel 2010
Fichier
Édition
Affichage
Insertion
Format
Outils
Données
Fenêtre

Un petit tour des fonctions de base pour élaborer un modèle puissant

1

Que vous soyez totalement novice ou naufragé des versions antérieures, vous n'aurez peut-être pas le temps de lire l'intégralité de cet ouvrage avant d'entamer votre premier travail. En s'appuyant sur un exemple puissant et utile à la plupart des utilisateurs, ce chapitre offre un survol des commandes essentielles.



SOMMAIRE

- Classeur source (liste des dépenses)
- Paramètres du modèle
- Formules du tableau de suivi
- Mise en forme du tableau de suivi
- Mise en page et impression

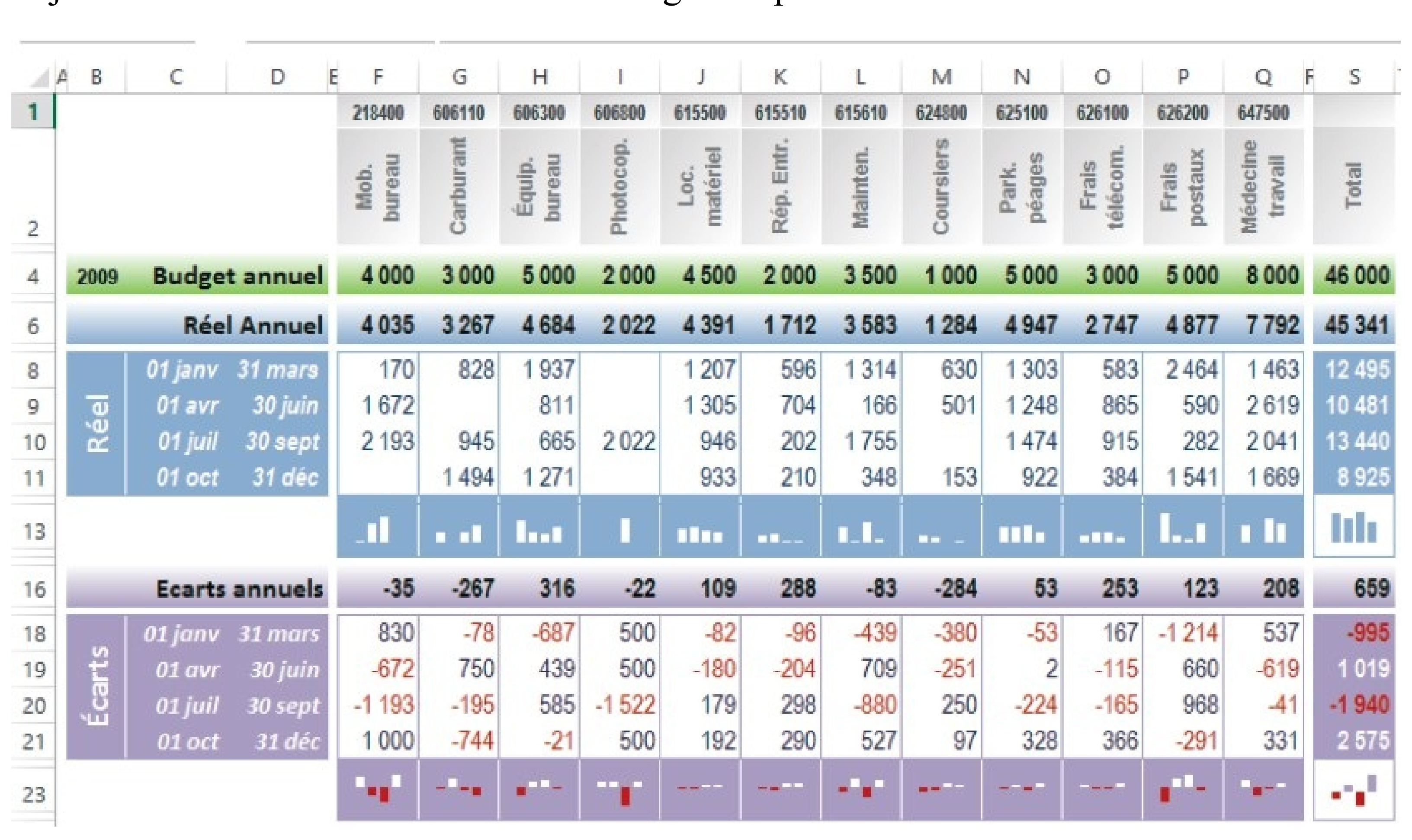
MOTS-CLÉS

- DATE
- DECALER
- Dégradé

- En-tête
- Format de cellule
- Graphique sparkline
- INDIRECT
- Liaison
- Opérateur de concaténation
- Protection
- Référence externe, absolue, relative
- SOMME.SI.ENS

L'exemple développé ici propose le suivi trimestriel de douze postes de dépense. À partir d'une liste d'achats qui évolue dans le temps, des formules renvoient quarantehuit agrégats (douze postes sur quatre trimestres) destinés à être croisés avec les valeurs du budget original. La grande force de ce modèle réside dans sa souplesse. En effet, quelle que soit l'origine, la forme ou la taille de la liste, l'utilisateur n'aura à préciser que sept paramètres pour que le calcul des agrégats soit instantané.

Cet exemple parlera à la fois aux professionnels et aux particuliers. En effet, dans une entreprise, tout gestionnaire un peu sérieux se doit d'établir un budget annuel pour être à même, à la moindre alerte, de déclencher les mesures nécessaires. Et dans cette période de crise, les particuliers ne sont pas en reste, ne serait-ce que pour veiller à ce que l'argent des vacances ne parte pas en fumée au cours de l'année. L'intégralité de ce chapitre a pour objet la réalisation du tableau de suivi budgétaire présenté ici.



	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	S
1				218400	606110	606300	606800	615500	615510	615610	624800	625100	626100	626200	647500	
2				Mob. bureau	Carburant	Équip. bureau	Photocop.	Loc. matériel	Rép. Entr.	Mainten.	Coursiers	Park. péages	Frais télécom.	Frais postaux	Médecine travail	Total
4	2009	Budget annuel		4 000	3 000	5 000	2 000	4 500	2 000	3 500	1 000	5 000	3 000	5 000	8 000	46 000
6		Réel Annuel		4 035	3 267	4 684	2 022	4 391	1 712	3 583	1 284	4 947	2 747	4 877	7 792	45 341
8	Réel	01 janv	31 mars	170	828	1 937		1 207	596	1 314	630	1 303	583	2 464	1 463	12 495
9		01 avr	30 juin	1 672		811		1 305	704	166	501	1 248	865	590	2 619	10 481
10		01 juil	30 sept	2 193	945	665	2 022	946	202	1 755		1 474	915	282	2 041	13 440
11		01 oct	31 déc		1 494	1 271		933	210	348	153	922	384	1 541	1 669	8 925
13																
16		Ecarts annuels		-35	-267	316	-22	109	288	-83	-284	53	253	123	208	659
18	Écarts	01 janv	31 mars	830	-78	-687	500	-82	-96	-439	-380	-53	167	-1 214	537	-995
19		01 avr	30 juin	-672	750	439	500	-180	-204	709	-251	2	-115	660	-619	1 019
20		01 juil	30 sept	-1 193	-195	585	-1 522	179	298	-880	250	-224	-165	968	-41	-1 940
21		01 oct	31 déc	1 000	-744	-21	500	192	290	527	97	328	366	-291	331	2 575
23																

Figure 1–1 Le budget annuel a été saisi poste par poste dans la ligne verte. Dans la partie bleue, les dépenses réelles ont été récupérées depuis un autre fichier, puis cumulées par trimestre et type de poste. Dans la partie mauve, des formules calculent les écarts entre le budget et les dépenses réelles. Ce tableau a été créé sur la feuille Suivi qui appartient au classeur Budget.xlsx.

Ce modèle impliquera trois autres documents :

- la liste des dépenses (elle peut être directement saisie dans Excel, mais elle peut aussi prendre la forme d'un fichier texte, extrait d'une base de données quelconque) ;

- un tableau de paramètres dont le rôle est de permettre le calcul des agrégats trimestriels, quelles que soient la forme et la taille de la liste des dépenses réelles ;
- la liste des douze postes ou comptes, chacun ayant son code et son libellé.

Structurer les données au service du modèle

Les quatre entités évoquées dans l'introduction (tableau de suivi, paramètres, comptes et liste des dépenses) doivent être créées dans quatre feuilles réparties sur deux classeurs.

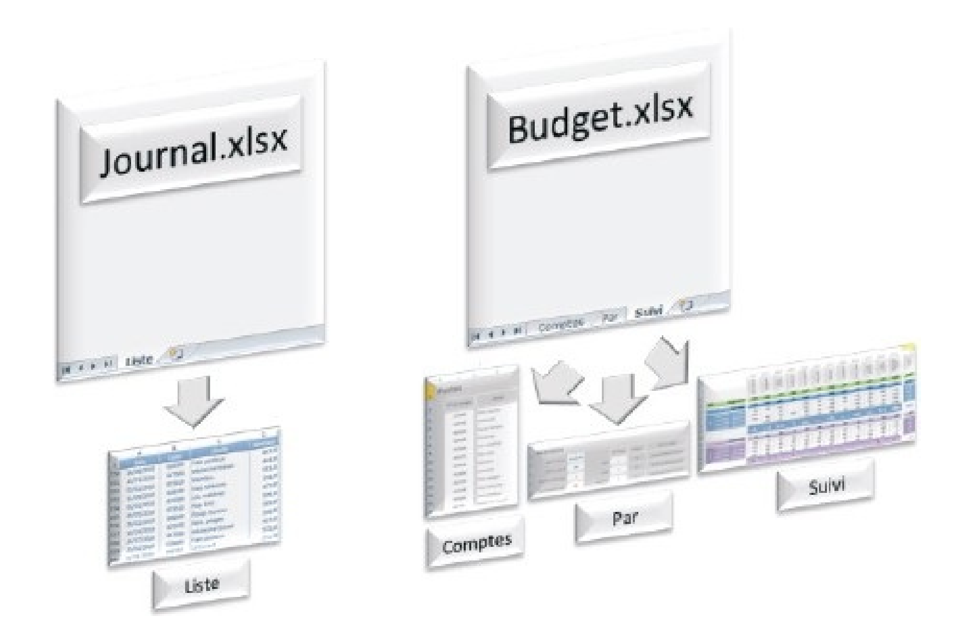


Figure 1–2 Le classeur Budget.xlsx, avec ses trois feuilles, abrite le modèle lui-même (tableau de suivi, paramètres et comptes). Le classeur Journal.xlsx ne contient qu'une feuille : la liste des dépenses réelles.

Établir la liste des dépenses

Importer ou saisir la liste des dépenses avec un minimum de trois colonnes

La liste des dépenses peut être saisie au fil de l'eau dans un classeur Excel, ou importée en format texte (`.txt`) depuis n'importe quelle base de données ; en effet, la plupart des logiciels fournissent un format d'export `.txt` qu'Excel ouvre très facilement.

	A	B	C	D
1	Date	Compte	Libellé	Montant
2	02/01/2009	624800	Coursiers	477,00
3	04/01/2009	626200	Frais postaux	821,00
4	06/01/2009	615610	Mainten.	877,00
149	18/06/2010	647500	Médecine travail	639,00
150	14/08/2010	626200	Frais postaux	647,00
151	13/11/2010	647500	Médecine travail	418,00
152	02/02/2010	615610	Mainten.	581,00
153	11/09/2010	626100	Frais télécom.	358,00
154	03/01/2010	615500	Loc. matériel	477,00
155	29/03/2010	615510	Rép. Entr.	226,00
156	26/02/2010	606300	Équip. bureau	369,00
157	19/10/2010	625100	Park. péages	246,00
158	18/07/2010	647500	Médecine travail	437,00
159	25/02/2010	626200	Frais postaux	575,00
160	02/01/2010	606110	Carburant	211,00

Figure 1–3 Le tableau de l'exemple regroupe les dépenses réelles effectuées par une société au cours des années 2009 et 2010. On voit ici les trois premières et les douze dernières lignes du tableau.

Dans l'exemple présenté ici, la liste se trouve dans une feuille nommée `Liste`, elle-même située dans le classeur `Journal.xlsx`. Elle contient le journal des dépenses d'une société. Pour ce modèle, peu importe la liste, pourvu qu'elle comporte, au minimum, trois colonnes affichant la date et le montant de chaque dépense, ainsi que le numéro du poste sous lequel elle devra être comptabilisée pour le rapprochement avec les prévisions budgétaires.

Utiliser dans un classeur les données d'un autre classeur

Le fait d'avoir deux classeurs fait émerger un nouveau problème : comment établir un lien entre les deux ? Autrement dit, comment utiliser la liste des dépenses stockée dans un « classeur A » pour faire les calculs du tableau de suivi placé dans un « classeur B » ? La réponse est toute simple : on utilise les liaisons.

B.A.-BA Construire les formules à l'aide des références de cellules

Pour mener à bien un calcul, il suffit d'indiquer à Excel le type d'opération à effectuer (addition, multiplication, etc.) ainsi que les valeurs faisant l'objet du calcul. Ces dernières peuvent être indiquées « en dur » (`=2+4+5`), mais cette technique n'est pas conseillée car si les valeurs changent, il faudra réécrire toute la formule. Il vaut donc mieux saisir les valeurs `2`, `4` et `5` dans trois cellules différentes (*A1*, *A2* et *A3* par exemple) et construire la formule à partir de leur référence (`=A1+A2+A3`). Dans les deux cas, la cellule dans laquelle a été entrée la formule indiquera le même résultat (`11`), mais si les valeurs sur lesquelles porte le calcul doivent changer, il suffira de les modifier directement dans les cellules *A1*, *A2* et *A3* et le résultat de la formule se mettra à jour automatiquement.
Pour utiliser la syntaxe `=A1+A2+A3`, il faut que les valeurs et la formule se trouvent dans la même feuille. Si ce n'est pas le cas, il faut indiquer à Excel l'intégralité du chemin d'accès pour qu'il soit

capable, depuis la cellule contenant la formule, de retrouver les trois cellules à additionner. Par exemple, si ces dernières se trouvent dans la feuille `Valeurs` située dans le même classeur, il faut utiliser la formule `=Valeurs!A1+Valeurs!A2+Valeurs!A3`. Si la feuille `Valeurs` elle-même n'est pas située dans le même classeur, mais dans un fichier nommé `Données` par exemple, il faut utiliser la formule : `=[Données.xlsx]Valeurs!A1+[Données.xlsx]Valeurs!A2+[Données.xlsx]Valeurs!A3`. De ce fait, on établit une hiérarchie entre les deux classeurs. Le classeur amont contient trois valeurs qui sont reprises dans le classeur aval. Cette solution est préférable à une nouvelle saisie, car lorsque les valeurs sont modifiées dans le classeur amont, la mise à jour du classeur aval est automatique. De plus, elle évite une double saisie qui est toujours une source d'erreur potentielle.

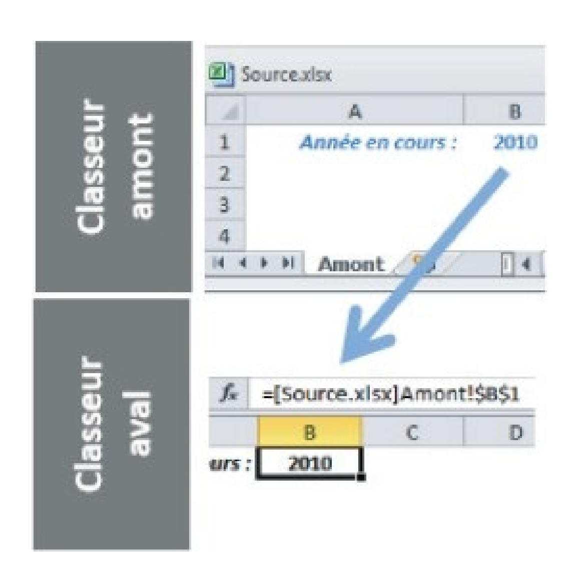


Figure 1–4 Le contenu de la cellule B1 de la feuille Amont du classeur Source.xlsx est repris dans la cellule B1 du classeur cible.

Dans notre exemple, nous établissons une liaison entre le tableau de suivi budgétaire et trois plages de cellules du tableau contenant la liste des dépenses réelles. Ces trois plages sont :

- les dates : `[Journal.xlsx]Liste!A2:A160`
- les numéros de compte : `[Journal.xlsx]Liste!B2:B160`
- les montants : `[Journal.xlsx]Liste!D2:D160`

MÉTHODOLOGIE Rendre le modèle encore plus puissant

Le nom du classeur (`Journal.xlsx`), le nom de la feuille (`Liste`) et la taille de la plage de cellules (limitée actuellement à la ligne *160*) peuvent varier d'un usage ou d'une période à l'autre. Aussi, pour doter le modèle d'une souplesse maximale, les formules de calcul ne seront pas saisies « en dur », c'est-à-dire en utilisant directement le nom des feuilles et des classeurs. Nous passerons plutôt par une formule intermédiaire chargée de reconstituer cette référence à partir des éléments saisis dans le tableau des paramètres.

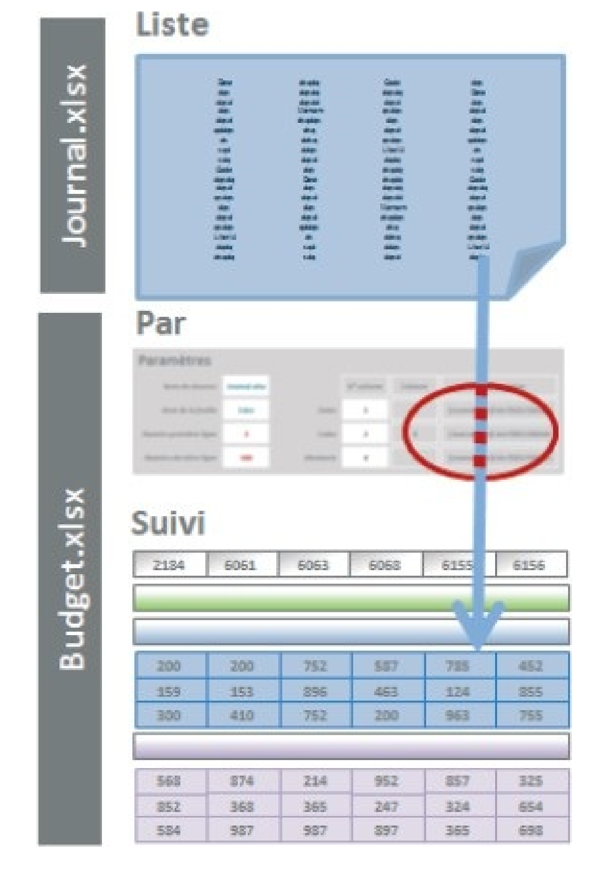


Figure 1–5 Les formules de calcul construites dans la feuille Suivi impliquent trois plages de la feuille Liste, mais sans les désigner directement. Pour cela, elles passent par des cellules de la feuille Par (paramètres) dans lesquelles les trois références ont été reconstituées à partir de leurs composantes (nom du classeur, nom de la feuille, etc.).

Construire le modèle à partir de trois feuilles

Deux feuilles pour paramétrer le modèle

Les dépenses effectuées tout au long de l'année sont affectées à douze postes ou comptes. La feuille `Comptes` en donne la liste (numéros des comptes et libellés).

La feuille `Par` centralise les paramètres. Ces derniers, au nombre de sept, sont saisis par l'utilisateur. Grâce à eux, le modèle peut fonctionner avec toutes sortes de listes de dépenses. Ainsi, à chaque fois que la taille de la liste aura changé (à chaque nouvel import depuis le logiciel de comptabilité par exemple), l'utilisateur aura juste à modifier le numéro de la dernière ligne occupée pour que le tableau de suivi se remette à jour automatiquement.

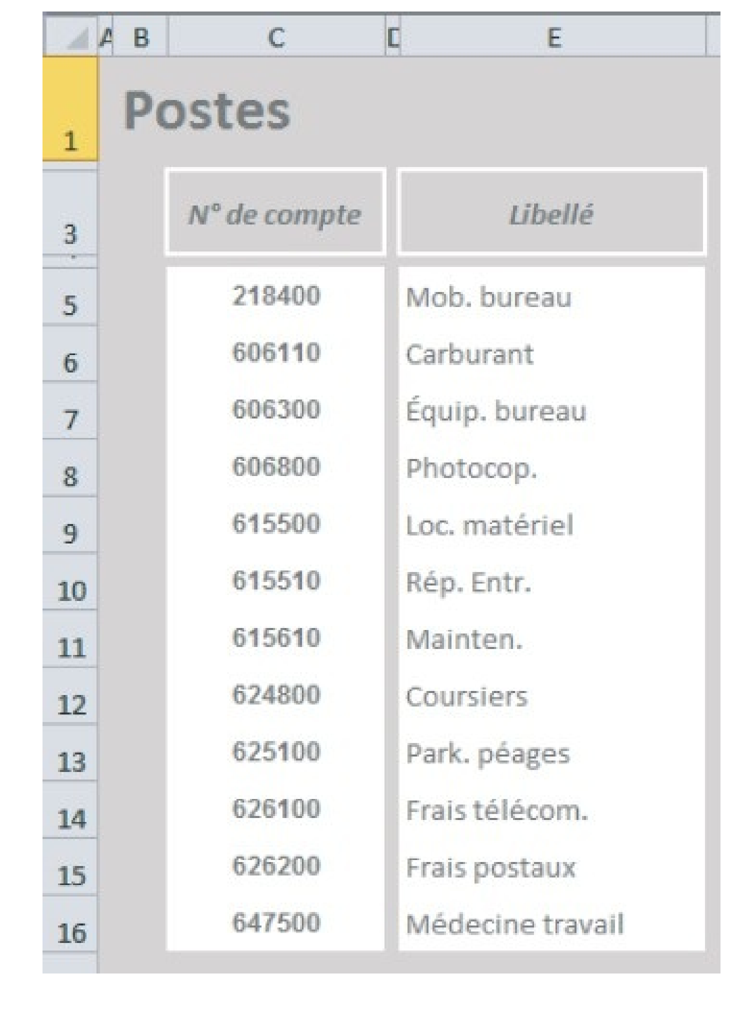


Figure 1–6 Liste des douze postes pour lesquels un budget a été évalué en début d'année.

L'utilisateur doit préciser sept paramètres :

- nom du classeur contenant la liste des dépenses (dans notre exemple, `Journal.xlsx`) ;
- nom de la feuille sur laquelle se trouve la liste des dépenses (dans notre exemple, `Liste`) ;
- numéro de la première ligne de la plage occupée par la liste des dépenses (dans notre exemple, `2`) ;
- numéro de la dernière ligne de la plage occupée par la liste des dépenses (dans notre exemple, `160`).
- numéros des colonnes contenant les trois rubriques stratégiques pour assurer des cumuls corrects (dates, comptes, montants) ; dans notre exemple, `1`, `2` et `4`.

	B	D	F	H	J	L
1	Paramètres					
3	*Nom du classeur*	Journal.xlsx		*N° colonne*	*Colon-ne*	*Référence plage*
5	*Nom de la feuille*	Liste	*Dates*	1	A	[Journal.xlsx]Liste!A2:A160
7	*Numéro première ligne*	2	*Codes*	2	B	[Journal.xlsx]Liste!B2:B160
9	*Numéro dernière ligne*	160	*Montants*	4	D	[Journal.xlsx]Liste!D2:D160

Figure 1–7 La feuille Par regroupe les sept paramètres (les sept cases blanches) que l'utilisateur doit préciser pour adapter l'utilisation du modèle à sa propre organisation.

Une fois les sept paramètres fixés pour une première utilisation, et si la source d'importation des données est toujours la même (logiciel de comptabilité, Excel, etc.), vous ne devriez pas avoir à revenir dessus, exception faite du numéro de la dernière ligne de la liste des dépenses qui risque inévitablement de s'accroître tout au long de l'année.

ASTUCE Prévoir grand dès le départ

Dès la première utilisation, entrez un numéro de dernière ligne beaucoup plus grand que celui correspondant à la plage réellement occupée (essayez d'anticiper la taille que devrait atteindre la liste en fin d'année et entrez un numéro de ligne en rapport). Ainsi, même si la liste grandit, en ayant prévu suffisamment large dès le départ, vous n'aurez pas à modifier le numéro de dernière ligne à chaque mise à jour des données. Le fait d'intégrer des lignes vides dans la plage impliquée dans les cumuls ne perturbe pas le calcul de ces derniers.

Une feuille pour accueillir le tableau de suivi

La feuille `Suivi` contient le tableau de suivi budgétaire présenté à la figure 1-1. Ce dernier réalise les cumuls trimestriels par compte à partir des montants réels issus du classeur `Journal.xlsx`, en utilisant les trois références de plages indiquées dans la dernière colonne de la feuille `Par`. Des formules comparent ces cumuls aux valeurs du budget saisies en début d'année et en déduisent les écarts.

BONNE PRATIQUE Les trois commandements de l'utilisateur d'Excel

Pour que vos modèles soient pérennes et faciles à utiliser, vous devez avoir en tête trois règles de base :

- faire en sorte que le modèle puisse servir dans tous les cas de figure et évoluer facilement dans le temps ;
- créer le minimum de formules, mais peaufiner leur syntaxe pour qu'elles puissent être recopiées

dans le maximum de cellules ;
• bien distinguer les données saisies des formules de calcul.

Construire les tableaux de paramètres

Les deux tableaux que l'on souhaite obtenir à la fin de cette section ont été présentés figures 1-6 et 1-7.

Établir la liste des comptes

Le tableau contenant la liste des douze postes ou comptes n'utilise aucune formule. Il suffit de saisir le numéro des postes dans la plage *C5:C16*, le nom des postes dans la plage *E5:E16* et d'appliquer une mise en forme pour que votre résultat ressemble à la figure 1-6.

Acquérir tout de suite les bons réflexes de mise en forme

La technique la plus rapide consiste à sélectionner la plage à mettre en forme, puis à presser simultanément les touches *Ctrl+Maj+&* (les règles de mise en forme sont exposées dans le chapitre suivant). Quelques outils ont été placés en « accès direct » dans le ruban, dans l'onglet *Accueil*.

BONNE PRATIQUE Abusez de la touche F4 (ou FN+F4)

La touche *F4* est le raccourci clavier qui correspond à la commande *Répéter*. Cette dernière consiste à reproduire sur une nouvelle sélection la dernière action d'édition ou de mise en forme. Elle est surtout intéressante dans ce dernier cas, car la mise en forme d'un tableau peut être très chronophage. Lorsque vous exécutez ce genre de tâche, essayez d'organiser votre travail par thèmes (les polices, les fonds, les encadrements, etc.) afin de pouvoir l'utiliser très souvent. Cependant, certains constructeurs (Toshiba par exemple) attribuent à cette touche un rôle différent comme accéder aux options de gestion d'un deuxième écran ; dans ce cas, utilisez la séquence de touches *FN+F4*.

Si votre tableau ne présente que quelques cellules de saisie destinées à d'autres utilisateurs, vous pouvez masquer les lignes et les colonnes « inutiles » afin de limiter leur champ d'action et leur éviter des défilements inutiles.

Pour cela, il suffit de sélectionner la plage qui s'étend de la colonne *G* (cliquer sur la tête de colonne) à la dernière colonne de la feuille (*XFD*, c'est-à-dire la 16 384e colonne), puis de cliquer droit sur cette sélection pour choisir *Masquer* dans le menu contextuel.

Procédez de la même manière pour les lignes en sélectionnant les têtes de ligne *18* à *1 048 576*.

ASTUCE Atteindre la dernière ligne ou la dernière colonne de la feuille

Lorsque vous utilisez les ascenseurs de défilement, Excel limite volontairement l'affichage à l'espace occupé par votre tableau. Vous pouvez dépasser ces limites en utilisant les *flèches de défilement droite* et *basse…* mais il faut être patient ! En revanche, si vous maintenez la touche *Maj* enfoncée tout en faisant un cliquer-glisser à partir de l'ascenseur de défilement, vous parvenez instantanément aux extrémités de votre feuille. En procédant ainsi à partir de l'ascenseur horizontal, vous affichez la colonne *XFD*, soit la 16 384e colonne. Si vous utilisez la même méthode à partir de l'ascenseur vertical, vous accédez à la 1 048 576e ligne. Excel offre des barres de défilement à trois vitesses : flèche de défilement (cellule à cellule), ascenseur de défilement (défilement libre par cliquer-glisser) et bande de défilement (page à page).

Vous pouvez également utiliser le clavier. La touche *Ctrl* combinée aux *touches de direction* permet de déplacer la sélection d'une plage non vide à l'autre, puis, à l'issue de la dernière cellule occupée, à la dernière cellule de la ligne ou de la colonne de la feuille (suivant la touche de direction utilisée). Si vous ajoutez à votre combinaison la touche *Maj*, la sélection ne « saute » plus d'une cellule à l'autre, mais elle s'étend d'une cellule à l'autre.

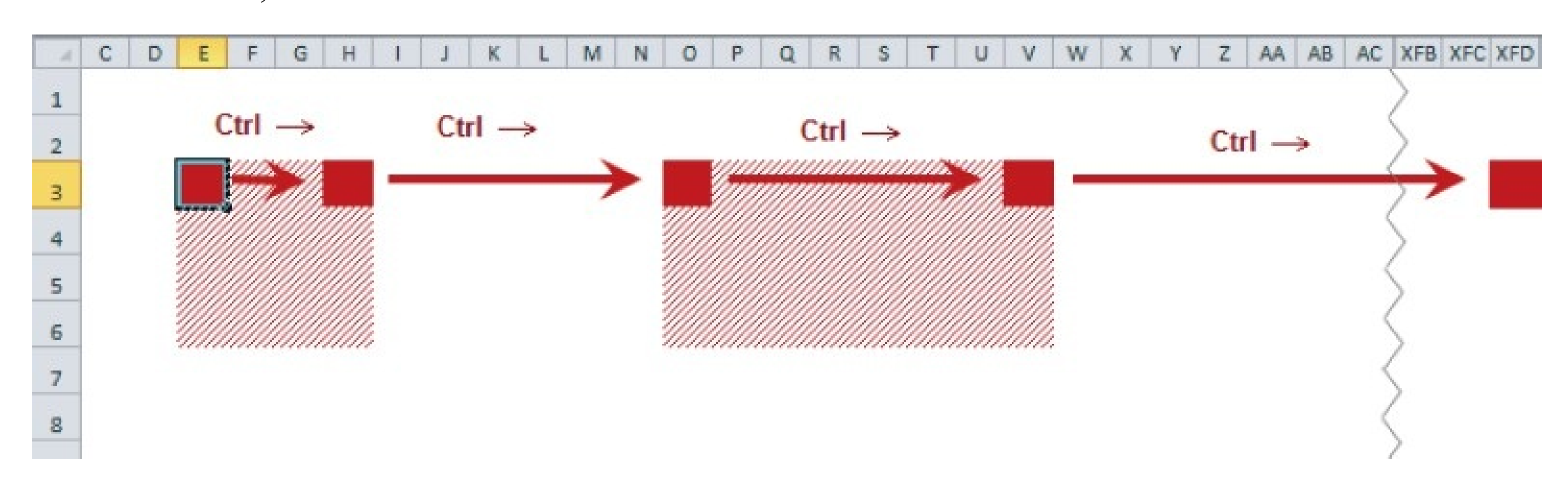


Figure 1–8 Dans cette feuille, les plages E3:H6 et O3:V6 ne sont pas vides. La cellule sélectionnée au départ est la E3. En pressant simultanément la touche Ctrl et la touche de direction droite, la sélection passe à la cellule H3. En actionnant simultanément les mêmes touches trois fois de suite, vous faites passer la sélection par les cellules O3, V3 et enfin, XFD3, dernière cellule de la ligne 3.

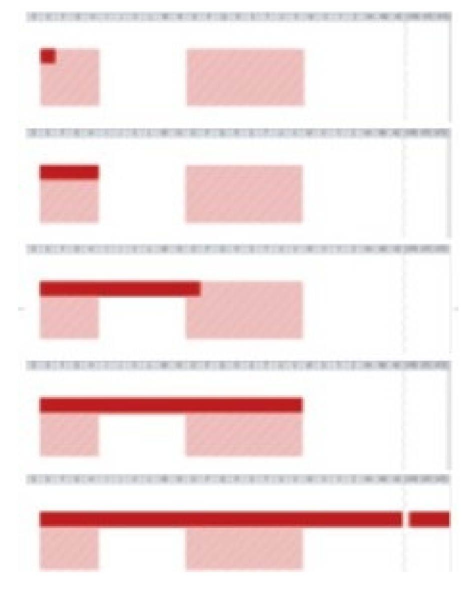


Figure 1–9 On part du même exemple que dans la figure 1-8, mais en enfonçant simultanément les touches Ctrl+Maj et la touche de direction droite. Cette fois-ci, la sélection ne « saute » pas d'une cellule à l'autre, mais elle sélectionne progressivement toutes les cellules de la cellule E3 à la cellule XFD3.

Nommer les plages les plus utilisées

Les plages *C5:C16* et *E5:E16* vont intervenir dans les formules du tableau de suivi. Pour que ces dernières soient plus explicites, vous pouvez nommer ces deux plages.

1 Sélectionnez la plage *C5:C16*. Cliquez dans la *zoneNom* et saisissez `Comptes`. Pressez la touche *Entrée* pour valider votre saisie. Vous venez d'attribuer le nom `Comptes` à la plage *C5:C16*.

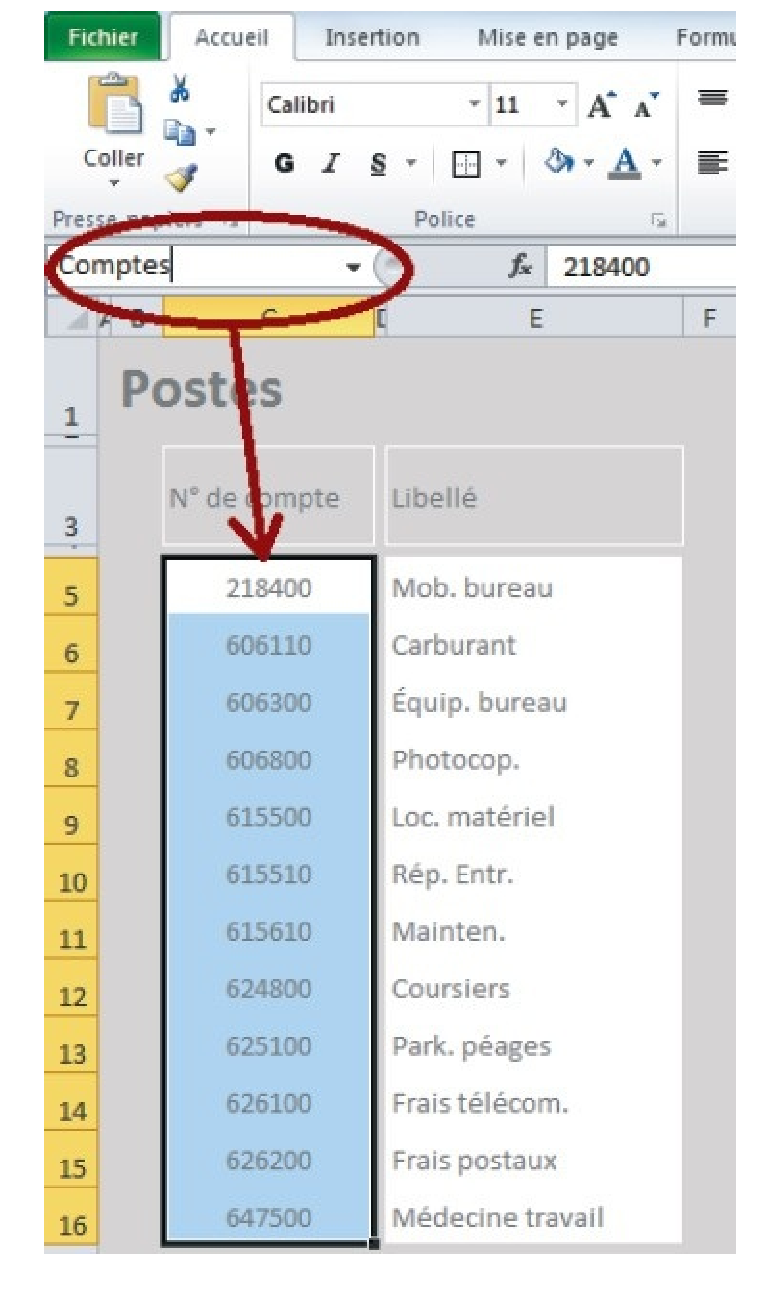


Figure 1–10 On peut attribuer des noms à des cellules isolées ou à des plages de cellules. Il suffit de sélectionner la cellule ou la plage et de taper le nom à attribuer dans la zone Nom. Ici la plage C5:C16 est baptisée Comptes.

2 Sélectionnez la plage *E5:E16*. Cliquez dans la *zone Nom* et saisissez `Libellés`. Pressez la touche *Entrée* pour valider votre saisie. Vous venez d'attribuer le nom `Libellés` à la plage *E5:E16*.

B.A.-BA Pourquoi utiliser des noms ?

Toutes les cellules ont un nom par défaut. La cellule située à l'intersection de la colonne *D* et de la ligne *5* s'appelle *D5*. À travers les noms, Excel vous donne la possibilité de baptiser une cellule ou une plage de cellules de manière plus explicite.
Les noms facilitent la sélection et rendent plus compréhensible la syntaxe de certaines formules. En ayant nommé la plage `Comptes`, vous pouvez, depuis n'importe quelle feuille du classeur, dérouler la petite flèche située en *zone Nom* et choisir `Comptes`. Excel active instantanément la feuille `Comptes` et sélectionne la plage de cellules *C5:C16*. De même, si une plage a été nommée `Montants`, la

formule =SOMME(Montants) est plus facile à comprendre que la formule =SOMME(D2:D160).

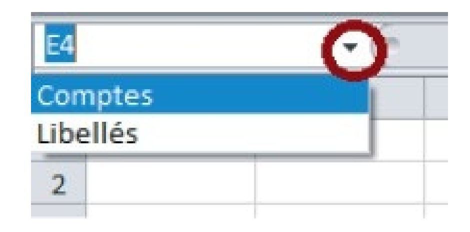


Figure 1–11 Une fois que des noms ont été attribués dans un classeur, ils offrent un système de navigation parallèle. Il suffit de choisir l'un d'entre eux dans la liste déroulante de la zone Nom pour accéder instantanément à la plage qui lui correspond.

Renommer la feuille

Pour que le modèle que vous construisez soit en adéquation avec cet ouvrage, nommez Comptes la feuille que vous venez de construire.

1 Double-cliquez sur l'onglet de la feuille et saisissez Comptes.

2 Pressez la touche *Entrée* pour valider votre saisie. Vous venez de nommer Comptes la feuille sur laquelle se trouve le tableau des postes.



Figure 1–12 Pour modifier le nom d'une feuille, il suffit de double-cliquer sur son onglet.

Acquérir tout de suite les bons réflexes de gestion de fichier

Avant d'aller plus loin et de construire les deux autres tableaux, il est prudent d'enregistrer le travail déjà effectué.

Pour cela, la technique la plus rapide consiste à utiliser le bouton *Enregistrer* qui se trouve dans la barre d'outils *Accès rapide*.

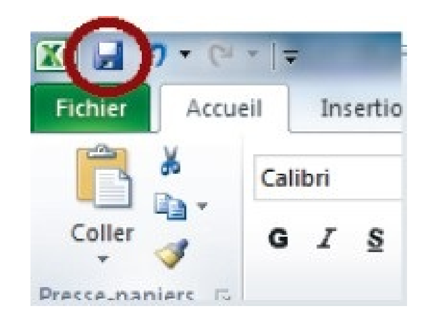


Figure 1–13 La barre d'outils Accès rapide offre un raccourci pratique pour déclencher l'enregistrement du classeur actif.

Construire le tableau des paramètres

À l'issue de ce chapitre, le classeur `Budget.xlsx` contiendra trois tableaux sur trois feuilles. Vous venez de finaliser le premier sur la feuille `Comptes`. Dans cette section, nous nous apprêtons à créer le second, le tableau des paramètres. Le résultat auquel vous devez parvenir à l'issue de sa construction est représenté à la figure 1-7.

Si votre classeur `Budget.xlsx` ne contient qu'une feuille `Comptes`, commencez par en insérer une nouvelle. Deux possibilités se présentent à vous :

- cliquer sur le bouton + situé à droite des onglets du classeur ;
- cliquer droit sur les onglets, choisir *Insérer*, puis double-cliquer sur *Feuille*.

Organiser les saisies et les formules

Ce tableau contient des intitulés, sept cellules dans lesquelles l'utilisateur saisira les paramètres de son fichier de dépenses et six formules utilisant les paramètres saisis pour que les dépenses soient convenablement cumulées dans le tableau de suivi.

1. Saisissez les onze intitulés dans les cellules *B1*, *B3*, *B5*, *B7*, *B9*, *F5*, *F7*, *F9*, *H3*, *J3* et *L3*.
2. Saisissez les sept paramètres dans les cellules *D3*, *D5*, *D7*, *D9*, *H5*, *H7* et *H9*. Si nécessaire, adaptez-les aux caractéristiques du fichier contenant la liste de vos dépenses réelles.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Paramètres												
2														
3		Nom du classeur		Journal.xlsx				N° colonne		Colonne		Référence plage		
4														
5		Nom de la feuille		Liste		Dates		1						
6														
7		Numéro première ligne		2		Codes		2						
8														
9		Numéro dernière ligne		160		Montants		4						
10														

Figure 1–14 Le tableau des paramètres est composé de onze intitulés à saisir dans les cellules B1, B3, B5, B7, B9, F5, F7, F9, H3, J3 et L3. Lors de l'utilisation du modèle de suivi budgétaire, ce tableau permettra de préciser sept paramètres. Il s'agit ici des données encadrées en rouge.

Appliquez ensuite les mises en forme nécessaires pour que votre tableau se rapproche de celui présenté figure 1-7.

Construire les formules

Le tableau des paramètres implique la construction de deux formules. Ces dernières

doivent être créées dans les cellules *J5* et *L5*. Une fois créées, elles pourront être recopiées dans les cellules *J7*, *J9*, *L7* et *L9*.

La formule de la cellule *J5* traduit en lettre le numéro de colonne indiqué dans la cellule *H5*. La formule de la cellule *L5* reconstitue le chemin d'accès à la plage contenant les dates des dépenses réelles. Une fois recopiée en *L7*, cette formule donnera le chemin d'accès à la plage contenant les numéros des comptes des dépenses réelles. Enfin, recopiée en *L9*, elle donnera le chemin d'accès à la plage contenant les montants des dépenses réelles.

Traduire en lettre un numéro de colonne

1 Sélectionnez la cellule *J5*.

2 Saisissez `=CAR(64+`.

3 Cliquez dans la cellule *H5*.

4 Saisissez `)` et pressez la touche *Entrée* pour valider la formule qui, dans la barre de formule, doit avoir l'aspect suivant : `=CAR(64+H5)`. Le résultat affiché en *J5* doit être `A`.

> **CULTURE Codes et caractères**
>
> À chaque lettre correspond un code ASCII. Pour le `A` majuscule, par exemple, le code correspondant est `65`. Pour le `B` majuscule, c'est `66`, etc. Excel, dans la catégorie des fonctions de texte, offre deux fonctions chargées de faire le lien entre les deux :
>
> - `=CODE("Caractère")` renvoie le code du caractère indiqué entre parenthèses. Par exemple, `=CODE("A")` renvoie `65` (voir l'aparté sur ce sujet au chapitre 10 de cet ouvrage).
> - `=CAR(Code)` renvoie le caractère correspondant au code ASCII indiqué entre parenthèses. Par exemple, `=CAR(65)` renvoie `A`.
>
> Dans un tableau Excel, les colonnes sont repérées à l'aide de lettres. La première colonne est la colonne *A*, la deuxième colonne est la colonne *B*, etc. Il faut donc créer une formule qui mette en relation `1` et `A`, `2` et `B`, etc. En utilisant la formule `=CAR(64 + numéro de colonne)`, on mettra bien en place cette relation.

5 Sélectionnez la cellule *J5*.

6 Pressez les touches *Ctrl+C* pour la copier.

7 Sélectionnez la cellule *J7*, puis, tout en maintenant la touche *Ctrl* pressée, sélectionnez la cellule *J9*.

8 Pressez les touches *Ctrl+V* pour recopier la formule. Le résultat affiché en *J7* doit être `B` et celui affiché en *J9* doit être `D`.

> **B.A.-BA Références relatives**
>
> En observant la formule `=CAR(64+H5)`, on a le sentiment que la référence `H5` désigne précisément la

cellule située à l'intersection de la colonne *H* et de la ligne *5*. En fait, malgré son apparence, il s'agit d'une référence relative. En effet, si vous affichiez les colonnes avec des chiffres et non avec des lettres, ce qui est possible en cochant la case *Fichier>Options>Formules>Style de référence L1C1*, cette formule, à l'issue de sa construction, adopterait la syntaxe suivante : `=CAR(64+LC(-2))`. `LC(-2)` désigne la cellule située dans la même ligne – `L` – que la formule, mais deux colonnes avant – `C(-2)` –. Si on la recopiait dans les cellules *H7* et *H9*, elle resterait inchangée et aurait toujours la forme `=CAR(64+LC(-2))`.
Avec le style de référence *A1* (celui qui est utilisé par 99,99 % des utilisateurs d'Excel), lors de sa recopie dans les cellules *J7* et *J9*, la formule devient `=CAR(64+H7)` et `=CAR(64+H9)`. À travers cette « déclinaison » automatique de la référence `H5` initiale, vous comprenez aisément que `H5` était en fait une référence relative qui ne désignait pas une adresse fixe, mais pointait sur la cellule située dans la même ligne, deux colonnes avant la formule.

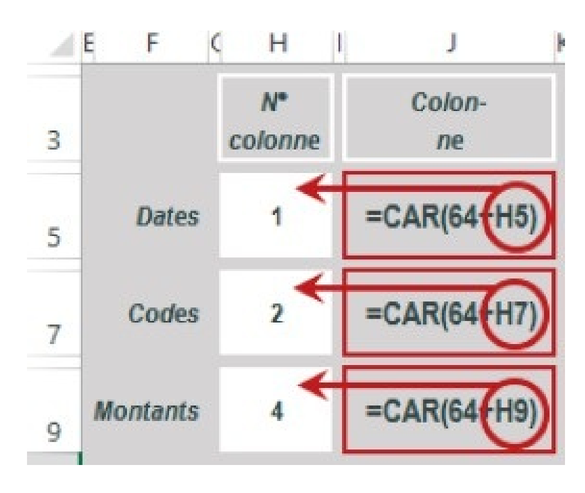


Figure 1–15 La référence H5 ne désigne pas l'adresse absolue de la cellule H5. Elle indique que pour atteindre cette cellule, il faut, depuis la formule (en J5), rester sur la même ligne et se décaler de deux colonnes vers la gauche. C'est pourquoi, lors de la recopie elle se transforme en H7 et H9.

B.A.-BA Références absolues

Par défaut, lorsque vous cliquez dans une cellule au cours de l'élaboration d'une formule, elle s'inscrit dans cette dernière comme une référence relative. Dans certains cas, cette relativité peut poser problème lors de la recopie et il faut la « figer », ou en d'autres termes, la rendre absolue (désigner la véritable adresse de la cellule et non sa position relative). Pour transformer `H5` en référence absolue, il faut saisir deux signes `$` pour qu'elle devienne `$H$5`.
Vous pouvez aussi créer des êtres hybrides en utilisant des références semi-relatives. Par exemple, `H$5`, lors de la recopie à droite, verra sa colonne se décliner, alors que, lors de sa recopie vers le bas, son numéro de ligne restera inchangé. À l'inverse, `$H5`, lors de la recopie à droite, verra sa colonne inchangée alors que, lors de sa recopie vers le bas, le numéro de ligne sera décliné.
Vous pouvez faire passer facilement une référence de cellule par ses quatre états successifs en pressant la touche *F4* (ou *FN+F4*). Pendant la construction de la formule, alors que vous venez de cliquer dans la cellule et que sa référence apparaît, pressez la touche *F4* (ou *FN+F4*) plusieurs fois de suite, vous verrez les symboles `$` apparaître et disparaître au gré de vos pressions.

Construire une référence à partir de plusieurs saisies et de la concaténation

Pour terminer l'élaboration du tableau des paramètres, il ne vous reste plus qu'à créer la formule de la cellule *L5*. Son rôle est de reconstituer le chemin d'accès à la plage contenant les dates des dépenses réelles. Ce chemin utilisera les paramètres des cellules *D3*, *D5*, *D7*, *D9* et *J5*, à savoir :

- le nom du classeur contenant la liste des dépenses réelles ;
- le nom de la feuille sur laquelle est stockée cette liste ;
- le numéro de la ligne sur laquelle figure la première dépense ;
- le numéro de la ligne sur laquelle figure la dernière dépense ;
- la colonne contenant les dates de ces dépenses.

RÉFÉRENCE Syntaxe d'un chemin d'accès

Un chemin d'accès est constitué d'éléments fixes et d'éléments variables. Par exemple, le chemin d'accès à la plage de cellules contenant les dates est le suivant : `[Journal.xlsx]Liste!A2:A160`. Cela signifie que la plage contenant les dates se trouve sur la feuille `Liste` qui est elle-même contenue dans le classeur `Journal.xlsx`. Elle s'étend de la cellule *A2* à la cellule *A160*. Les caractères [,], ! et : constituent les éléments fixes du chemin d'accès. En effet, quels que soient la feuille et le classeur contenant la liste des dépenses réelles, ils demeureront inchangés.
À l'aide d'une formule, on peut reconstituer un chemin d'accès complet en concaténant les caractères fixes de ce chemin avec les références de cellules contenant les éléments variables.

1 Cliquez dans la cellule *L5*.

2 Saisissez `="["&`.

3 Cliquez en *D3* et transformez la référence en `$D$3`.

4 Saisissez `&"]"&`.

PRATIQUE & : opérateur de concaténation

Concaténation vient du latin catena (chaîne). L'opérateur de concaténation sert donc à créer une chaîne en mettant bout à bout des éléments pouvant être des références de cellules, des textes, des nombres, etc. La formule entrée dans la cellule *L5* relie cinq éléments variables (cellules *D3*, *D5*, *D7*, *D9* et *J5*) et quatre éléments fixes, entrés entre guillemets car il s'agit de textes.



Figure 1–16 Pour une meilleure compréhension, la formule entrée en L5 a été décomposée ici en dix éléments, reliés à l'aide de l'opérateur de concaténation. Les six éléments variables ont été encadrés. Le résultat final (chemin d'accès complet) apparaît dans le troisième cadre, en bas de l'écran.

5 Cliquez en *D5* et transformez la référence en `$D$5`.

6 Saisissez `&"!"&`.

7 Cliquez en *J5*.

8 Saisissez `&`.

9 Cliquez en *D7* et transformez la référence en `$D$7`.

10 Saisissez `&":"&`.

11 Cliquez en *J5*.

12 Saisissez `&`.

13 Cliquez en *D9* et transformez la référence en `$D$9`.

14 Pressez la touche *Entrée* pour valider cette formule.

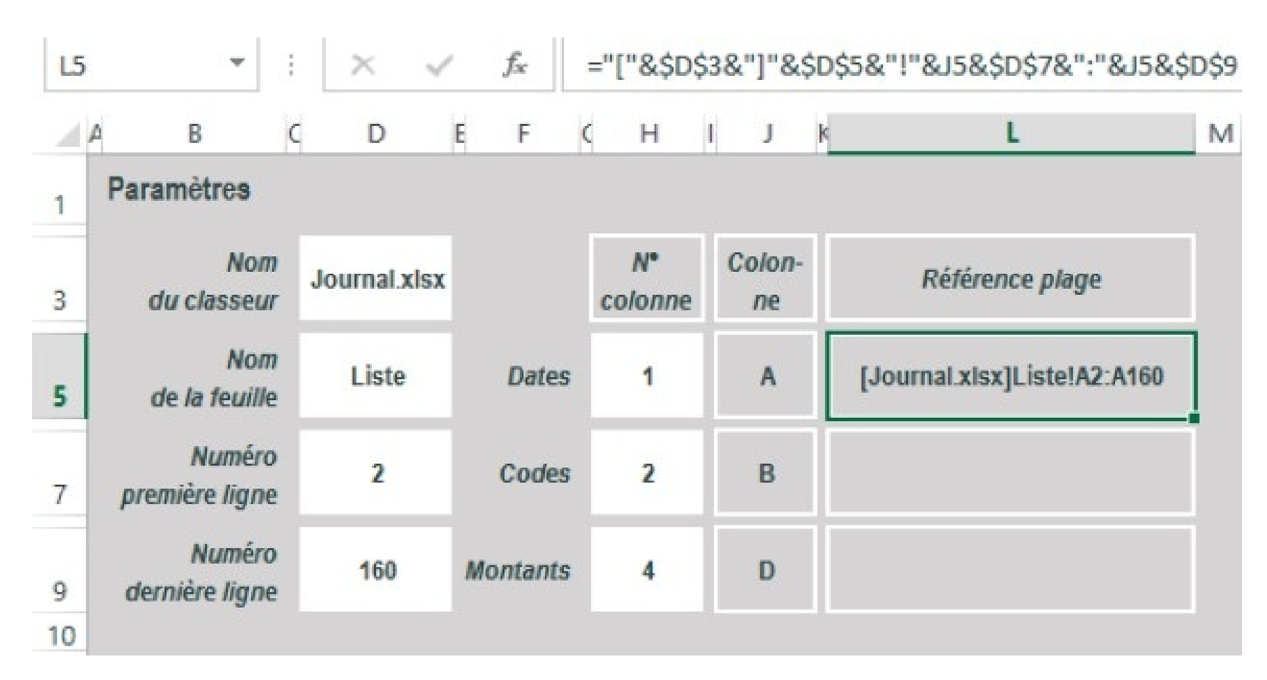


Figure 1–17 Formule de la cellule L5 utilisant l'opérateur de concaténation pour reconstituer le chemin d'accès à la plage contenant les dates des dépenses réelles.

Si en construisant cette première formule vous avez pris soin de rendre absolues les

références aux cellules contenant le nom du classeur, le nom de la feuille, les numéros des première et dernière lignes, et relatives les références à la cellule contenant le numéro de colonne, les deux autres formules (en *L7* et *L9*) peuvent être obtenues par simple copier-coller.

Protéger le tableau de saisie des paramètres

Le tableau des paramètres est presque terminé. Il ne reste plus qu'à attribuer quelques noms pour faciliter le travail ultérieur de construction du tableau de suivi budgétaire, et à le protéger.

Commencez par nommer les trois cellules contenant les chemins d'accès. Attribuez le nom `RefDates` à la cellule *L5*, `RefCodes` à la cellule *L7* et `RefMontants` à la cellule *L9*.

> **BONNE PRATIQUE Choisir les bons noms**
>
> Les noms que vous attribuez sont toujours choisis librement ; veillez simplement à ce qu'ils ne contiennent pas d'espace, de caractères particuliers, ne commencent pas par un chiffre ou ne ressemblent pas à une référence de cellule (le nom `TVA1`, par exemple, est impossible car il désigne la cellule située au carrefour de la première ligne et de la 14 093e colonne, la colonne *TVA*). Bien évidemment, choisissez des noms explicites mais courts, de manière à ne pas allonger inutilement la taille de vos formules.

Nommez cette deuxième feuille `Par` et protégez-la. En effet, le tableau des paramètres contient des formules dont l'élaboration a été un peu délicate. Il est donc intéressant de le protéger tout en laissant accès aux sept cellules dans lesquelles l'utilisateur doit pouvoir modifier les valeurs.

1. Commencez par déverrouiller les cellules *D3*, *D5*, *D7*, *D9*, *H5*, *H7* et *H9* (*Accueil>Cellules>Format>Verrouiller la cellule*).
2. Choisissez *Révision>Modifications>Protéger la feuille*.
3. Saisissez un mot de passe dans la case *Mot de passe pour ôter la protection de la feuille* au sein de la boîte de dialogue qui est apparue à l'écran et cliquez sur le bouton *OK*.
4. Répétez votre saisie dans la boîte *Confirmer le mot de passe* et pressez à nouveau le bouton *OK*.

Vous pouvez maintenant tester cette protection en tentant une nouvelle saisie dans une cellule déverrouillée, puis, dans une cellule ayant conservé son verrouillage. Vous constatez aisément que seules les sept cellules déverrouillées acceptent une nouvelle saisie.

Avant d'aller plus loin, n'oubliez pas de presser les touches *Ctrl+S* afin de ne pas perdre le précieux travail déjà accompli. Vous pouvez également actionner les touches *Maj+F12*

ou *Maj+FN+F12*.

COMPRENDRE Une protection en deux temps

Par défaut, toutes les cellules d'une feuille de calcul sont verrouillées. Ce verrouillage ne devient effectif que lorsque la feuille est protégée. C'est pourquoi il faut commencer par déverrouiller les cellules dans lesquelles on souhaite continuer de saisir, puis dans un deuxième temps seulement, protéger la feuille.
Pour déverrouiller une cellule, on peut, soit passer par la boîte de dialogue *Format de Cellule* (*Ctrl+MAj+&*), onglet *Protection* et décocher la case *Verrouillée*, soit choisir *Verrouiller la cellule* dans le bouton déroulant *Accueil>Cellules>Format*. Par défaut, l'article *Verrouiller la cellule* est actif. En le choisissant, vous désactivez donc le verrouillage pour les cellules sélectionnées.
Plus vous cochez de cases dans la boîte de dialogue *Protéger la feuille*, plus vous assouplissez la protection. En cochant *Format de Cellule*, par exemple, vous autorisez l'utilisateur à modifier le format de toutes les cellules de la feuille malgré la protection (en revanche, vous ne pouvez modifier que le contenu des cellules déverrouillées).
Lorsque vous protégez une feuille, vous pouvez saisir un mot de passe ou non. Si vous en saisissez un, ce dernier sera demandé lorsque vous tenterez d'ôter la protection de la feuille. En résumé, en laissant la case du mot de passe vide, la protection de votre feuille est bien assurée, en revanche, n'importe qui pourra supprimer cette protection.

ASTUCE Parcourir une feuille protégée

Lorsqu'une feuille est protégée, la touche *Tabulation* permet de passer automatiquement d'une cellule déverrouillée à l'autre.

Construire le tableau de suivi budgétaire

Le dernier tableau à construire est le plus important, mais le travail ayant été bien préparé, son élaboration ne va pas être trop compliquée.

Si le classeur `Budget.xlsx` ne contient que les deux feuilles `Comptes` et `Par`, vous devez commencer par en insérer une nouvelle. Une fois créée, nommez-la `Suivi`.

Saisir les intitulés, les constantes et construire les formules

Bien entendu, c'est l'élaboration des formules qui constitue le sujet principal de ce chapitre. Cependant, pour que le tableau de suivi soit compréhensible, il faut « planter le décor », c'est-à-dire saisir les intitulés.

Tout d'abord, saisir les intitulés

- Saisissez l'année du suivi en *B4* (dans notre exemple, il s'agit de `2009`).
- Fusionnez la plage *C4:D4* et saisissez `Budget annuel`.

- Fusionnez la plage *C6:D6* et saisissez `Réel annuel`.
- Fusionnez la plage *C16:D16* et saisissez `Écarts annuels`.
- Fusionnez la plage *B8:B11* et saisissez `Réel`.
- Fusionnez la plage *B18:B21* et saisissez `Écarts`.
- Saisissez `Total` en *S2*.

EN SAVOIR PLUS Fusionner les cellules

Pour fusionner des cellules, c'est-à-dire remplacer une plage quelconque de plusieurs cellules par une « grande cellule unique », vous pouvez utiliser le bouton déroulant *Accueil>Alignement>Fusionner et centrer*. Vous trouvez également cette option dans la boîte de dialogue *Format de Cellule*, onglet *Alignement*. Si vos cellules sont disposées horizontalement sur une ligne unique, vous préférerez peut-être utiliser l'option *Centré sur plusieurs colonnes* à partir de la liste déroulante *Horizontal* de la boîte de dialogue *Format de Cellule*, onglet *Alignement*. Cette dernière affiche un contenu pouvant s'étaler sur plusieurs cellules en les conservant telles quelles, c'est-à-dire, sans les fusionner.
Vous pouvez aussi « tricher » et créer une forme rectangulaire qui jouxte parfaitement votre sélection en pressant la touche *Alt* pendant votre tracé. Dès lors, les cellules existent toujours en tant que telles, mais elles sont cachées par la forme rectangulaire qui figure une « grosse cellule ».

Ensuite, saisir les constantes

Saisissez les douze valeurs correspondant au budget annuel des douze postes suivis dans ce tableau. Dans les cellules *F4* à *Q4*, saisissez les valeurs `4000`, `3000`, `5000`, `2000`, `4500`, `2000`, `3500`, `1000`, `5000`, `3000`, `5000` et `8000`. Pendant la saisie, vous pouvez passer d'une cellule à l'autre en pressant la touche *Tabulation*.

Enfin, créer les formules

Le tableau de suivi budgétaire nécessite la création de neuf formules distinctes. Elles seront créées dans neuf cellules différentes puis recopiées.

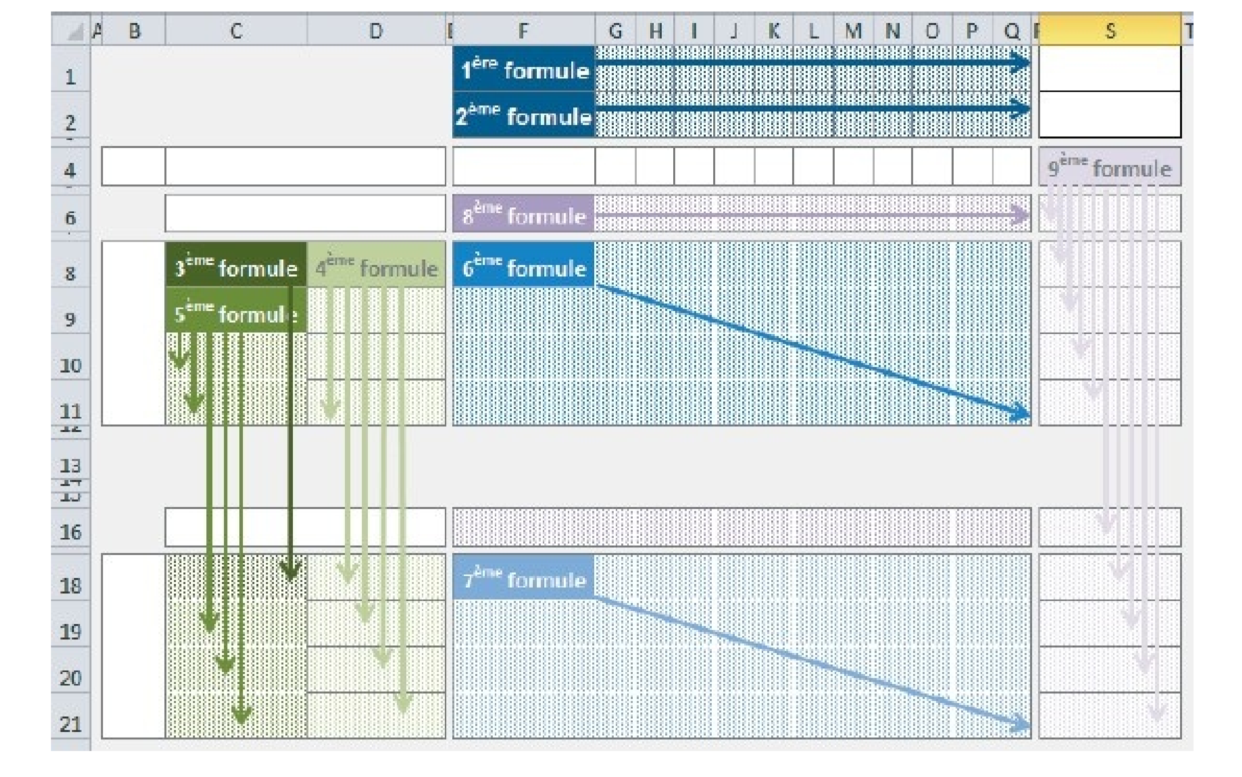


Figure 1–18 Ce schéma reprend la structure générale du tableau de suivi en faisant ressortir la répartition des formules. Les flèches indiquent les cellules dans lesquelles les neuf formules sont recopiées.

Récupérer automatiquement les numéros de compte

La liste des postes a déjà été saisie dans la feuille `Comptes`. Il serait donc maladroit de les saisir à nouveau dans le tableau de suivi. Vous allez entrer en *F1* une formule qui récupérera automatiquement le code du premier poste. Cette formule sera construite de manière à ce que sa recopie dans la plage *G1:Q1* crée des formules capables de pointer successivement sur le code des deuxième, troisième… et douzième postes.

La difficulté de la formule réside dans le fait que, dans la feuille `Comptes`, on dispose d'une liste en colonnes, alors que, dans le tableau de suivi, on souhaite obtenir les postes en ligne. Il faut donc mettre en place une formule qui, lorsqu'elle est recopiée dans la colonne `n+1` (du tableau de `Suivi`), aille pointer sur une cellule située dans la ligne `n+1` (de la feuille `Comptes`).

La fonction *DECALER* va vous permettre de construire la formule désirée. Cette fonction part d'une cellule « a », puis se décale d'un certain nombre de lignes (vers le haut ou vers le bas) et de colonnes (vers la gauche ou vers la droite) pour pointer au final sur une cellule « b ». Le résultat renvoyé est le contenu de la cellule « b ». La fonction *DECALER* peut être utilisée un peu différemment, mais dans notre exemple, c'est ce mode de fonctionnement qui nous intéresse.

En outre, notre formule a besoin d'une variable qui s'incrémente de 1 à chaque fois qu'elle est recopiée dans la colonne `n+1`. Or, la fonction *COLONNE* remplit cet office, puisque utilisée sous la forme `=COLONNE()`, elle renvoie le numéro de colonne de la cellule dans laquelle elle est entrée. Ainsi, saisie dans la cellule *F1*, cette fonction renvoie `6`,

recopiée en *G1*, elle renvoie `7`, et ainsi de suite.

Plutôt qu'entrer `=COLONNE()`, on va utiliser `=COLONNE()-6`. Ainsi, entrée en *F1*, cette formule renverra `0`, en *G1*, elle renverra `1`, en *H1*, elle renverra `2`, et ainsi de suite. Nous avons donc créé une variable qui part de `0` en *F1* et qui prend ensuite les valeurs `1`, `2`, `3`, etc. au fur et à mesure de sa recopie dans la plage *G1:Q1*.

La fonction *DECALER* utilise trois arguments :

- la référence de la cellule de départ (dans notre exemple, il s'agit de la cellule *C5* de la feuille `Comptes` qui contient le premier numéro de poste) ;
- le nombre de lignes de décalage (`COLONNE()-6`). La fonction `=COLONNE()` entrée en *F1* renvoie `6`, entrée en *G1*, elle renvoie `7`, donc, `COLONNE()-6` égale `0` lorsqu'elle est entrée en *F1*, égale `1` lorsqu'elle est entrée en *G1*, etc. ;
  - on n'a donc aucun décalage de ligne en *F1* et la fonction pointe bien sur la cellule *C5* de la feuille `Comptes` ;
  - on a un décalage d'une ligne en *G1* et la fonction pointe sur la cellule *C6* de la feuille `Comptes`, etc. ;
- le nombre de colonnes de décalage (`0`, puisque, partant de la cellule *C5*, on cherche à se décaler d'une ligne à chaque fois, mais en pointant toujours sur la colonne *C* de la feuille `Comptes`).

La syntaxe de la formule entrée en *F1* est donc : `=DECALER(Comptes!$C5;COLONNE()-6;0)`. Il ne reste plus qu'à la recopier dans la plage *G1:Q1*.

Récupérer automatiquement les intitulés de compte

Cette deuxième formule entrée en *F2* suit exactement la même logique que la formule entrée en *F1*, seule la cellule de départ diffère. On a donc la syntaxe suivante : `=DECALER(Comptes!$E5;COLONNE()-6;0)`. Il ne reste plus qu'à la recopier dans la plage *G2:Q2*.

Générer automatiquement la première date de l'année

L'utilisateur ayant entré `2009` en *B4*, l'objet de cette formule est de renvoyer automatiquement le `01/01/2009`. S'il avait entré `2010`, elle devrait renvoyer `01/01/2010` et ainsi de suite. Il s'agit donc de générer une date correspondant au 1er janvier de l'année saisie en *B4*. La fonction *DATE* remplit cet office à partir de ses trois arguments : `année`, `mois` et `jour`. Sa syntaxe est `=DATE(année;mois;jour)`.

En *C8*, entrez la formule suivante : `=DATE($B$4;1;1)`. Le premier argument va chercher l'année en *B4*. Les second et troisième arguments indiquent respectivement qu'il s'agit du mois de janvier et du premier jour du mois.

Une fois toutes les formules de la plage *C8:D11* construites, on prévoit de les recopier telles quelles en *C18:D21*. Or, pour que la formule de la cellule *C18* fasse bien référence à *B4* (qui contient l'année), il faut avoir au préalable figé au moins la ligne *4*. C'est pourquoi la formule construite en *C8* est `=DATE($B$4;1;1)` et non pas `=DATE(B4;1;1)`, sachant que, dans le cas présent, la formule `=DATE(B$4;1;1)` aurait suffi.

Générer automatiquement une date de fin de trimestre

Dans la plage *C8:D11*, on veut obtenir automatiquement les quatre fourchettes permettant de définir les limites des quatre trimestres de l'année 2009 (`01/01/2009` au `31/03/2009`, `01/04/2009` au `30/06/2009`, etc.). Pour l'instant, on a créé en *C8* la date de départ (`01/01/2009`). Il ne reste plus qu'à générer les sept autres dates.

Pour obtenir le `31/03/2009` en *D8*, nous allons utiliser la fonction *FIN.MOIS*. À partir du `01/01/2009`, on va ajouter deux mois (ce qui nous amène au `01/03/2009`) et, comme cette fonction renvoie le dernier jour du mois, on obtiendra au final le `31/03/2009`, ce qui est bien le résultat recherché. En *D8*, il faut donc entrer la formule suivante : `=FIN.MOIS(C8;2)`. La référence à *C8* a été laissée sous sa forme relative car la formule doit faire référence à *C9*, une fois recopiée en *D9*, puis à *C10* en *D10*, et ainsi de suite. Il ne reste plus qu'à recopier la cellule *D8* en *D9:D11*.

Pour l'instant, le résultat obtenu n'est pas satisfaisant. En effet, tant que les cellules *C9*, *C10* et *C11* sont vides, les résultats affichés dans les cellules *D9*, *D10* et *D11* ne sont pas très significatifs.

Générer automatiquement la première date du trimestre suivant

En *C9*, on cherche à obtenir une date correspondant au jour suivant immédiatement la date calculée en *D8*. On y parvient en ajoutant tout simplement 1 jour à la date précédente. Il faut donc entrer en *C9* la formule suivante : `=D8+1`. La référence à *D8* a été laissée sous sa forme relative car la formule doit faire référence à *D9* une fois recopiée en *C10* et à *D10* en *C11*.

Créer le bloc de dates du tableau des écarts

En observant attentivement la figure 1-1, vous constaterez que le bloc de dates figurant dans la plage *C18:D21* est strictement le même que celui de la plage *C8:D11*. Comme pendant la construction de ce dernier, nous avons anticipé cette recopie et figé ce qui était nécessaire, vous pouvez faire un simple copier-coller de la plage *C8:D11* vers la plage *C18:D21* pour obtenir les fourchettes du tableau des écarts.

Cumuler les dépenses par compte et par trimestre

Il s'agit de la formule clé de ce tableau. C'est elle qui va chercher les dépenses réelles

saisies dans le classeur `Journal.xlsx` et qui les cumule en fonction du trimestre indiqué dans les intitulés placés à gauche de la ligne et du numéro de compte indiqué en haut de la colonne.

Ce cumul se fait grâce à la fonction *SOMME.SI.ENS* capable de balayer une plage pour en faire la somme tout en appliquant des critères destinés à exclure certaines cellules de cette somme. Dans notre exemple, elle utilise trois critères :

- La date de la dépense doit être supérieure ou égale à la date indiquée en colonne *C* (début du trimestre considéré).
- La date de la dépense doit être inférieure ou égale à la date indiquée en colonne *D* (fin du trimestre considéré).
- Le compte de dépense doit être celui qui figure en ligne *1*, dans la colonne concernée.

Dans notre exemple, la fonction *SOMME.SI.ENS* utilise sept arguments :

- Le premier argument désigne la plage contenant les valeurs à additionner.
- Les trois critères qui guident le calcul des cumuls sont précisés dans les arguments *2* à *7* de la fonction. Chaque critère est exprimé à travers deux arguments :
  – Le premier indique la plage sur laquelle porte le critère.
  – Le second indique le critère lui-même dans une expression du type `"=8"`, `">0"`, etc.

Dans la cellule *F8*, on pourrait saisir la formule suivante :

```
=SOMME.SI.ENS([Journal.xlsx]Liste!D2:D160;[Journal.xlsx]Liste!A2:A160;
">=1/1/2009";[Journal.xlsx]Liste!A2:A160;"<=31/3/2009";
[Journal.xlsx]Liste!B2:B160;"=218400")
```

- `[Journal.xlsx]Liste!D2:D160` désigne la plage des montants à cumuler.
- `[Journal.xlsx]Liste!A2:A160` désigne la plage des dates sur lesquelles doit s'appliquer le premier critère.
- `">=1/1/2009"` est le premier critère (fourchette basse du premier trimestre). Il s'applique sur les valeurs de la plage décrite dans l'argument précédent.
- `[Journal.xlsx]Liste!A2:A160` désigne la plage des dates sur lesquelles doit s'appliquer le deuxième critère.
- `"<=31/3/2009"` est le deuxième critère (fourchette haute du premier trimestre). Il s'applique sur les valeurs de la plage décrite dans l'argument précédent.
- `[Journal.xlsx]Liste!B2:B160` désigne la plage des comptes sur lesquels doit s'appliquer le troisième critère.
- `"=218400"` est le troisième critère (code du premier poste). Il s'applique sur les valeurs de la plage décrite dans l'argument précédent.

Cette formule est tout à fait correcte et renvoie le bon résultat. Toutefois, elle n'est pas satisfaisante car elle ne peut pas être recopiée telle quelle. La première limite trouve son

origine dans la saisie des critères « en dur ». En effet, dès que l'on passera au deuxième trimestre ou à l'année suivante, il faudra réaliser des modifications dans la formule elle-même.

Pour éviter cela, il faut rendre les critères variables et utiliser les valeurs des cellules *C8*, *D8* et *F1*. Pour y parvenir, on utilise l'opérateur de concaténation.

- Le premier critère devient donc : `">="&$C8`. Avec le `$`, on a figé la référence à la colonne pour que, quelle que soit la cellule dans laquelle la formule sera recopiée, on fasse bien toujours référence aux dates figurant en colonne *C* (début du trimestre). En revanche, la ligne a été laissée relative (pas de `$` devant le `8`). Ainsi, en fonction de la ligne dans laquelle sera recopiée la formule, on fera bien référence au premier trimestre en ligne *8*, au deuxième trimestre en ligne *9*, etc.
- Le deuxième critère devient : `"<="&$D8`. Avec le `$`, on a figé la référence à la colonne pour que, quelle que soit la cellule dans laquelle la formule sera recopiée, on fasse bien toujours référence aux dates figurant en colonne *D* (fin du trimestre).
- Le troisième critère devient : `F$1`. Cette fois-ci, c'est la ligne qui est figée pour que, quelle que soit la cellule dans laquelle la formule est recopiée, on fasse bien toujours référence aux numéros de compte saisis en ligne *1*. En revanche, la colonne est laissée relative (pas de `$` devant le *F*) pour que, dans chaque colonne, on fasse bien le cumul des dépenses correspondant au numéro de compte indiqué en en-tête. De plus, vous remarquerez que le signe égal a disparu. En effet, si l'on ne précise aucun des six opérateurs de comparaison (`=`, `<`, `>`, `<=`, `>=`, `<>`), Excel utilise par défaut cet opérateur.

À l'issue de ces premières transformations, la nouvelle syntaxe de la formule est :

```
=SOMME.SI.ENS([Journal.xlsx]Liste!D2:D160;[Journal.xlsx]Liste!A2:A160;">="&
$C8;[Journal.xlsx]Liste!A2:A160;"<="&$D8;[Journal.xlsx]Liste!B2:B160;F$1).
```

Grâce à ces ajustements, et en transformant `A2:A160` en `$A$2:$A$160`, `B2:B160` en `$B$2:$B$160` et `D2:D160` en `$D$2:$D$160`, la formule peut maintenant être recopiée dans toute la plage *F8:Q11*.

Rendre le modèle universel

Si vous vous projetez dans les mois ou les années à venir, vous constaterez que la formule construite en *F8* n'est pas encore tout à fait satisfaisante. En effet, comment faire si les plages de cellules contenant les dépenses à cumuler ne sont plus les mêmes ? Comment faire si le nom de la feuille ou du classeur source a changé ? En utilisant la formule proposée précédemment, il n'y a pas d'autre possibilité que de changer ces références dans chacun des arguments de la première formule et de la recopier à nouveau.

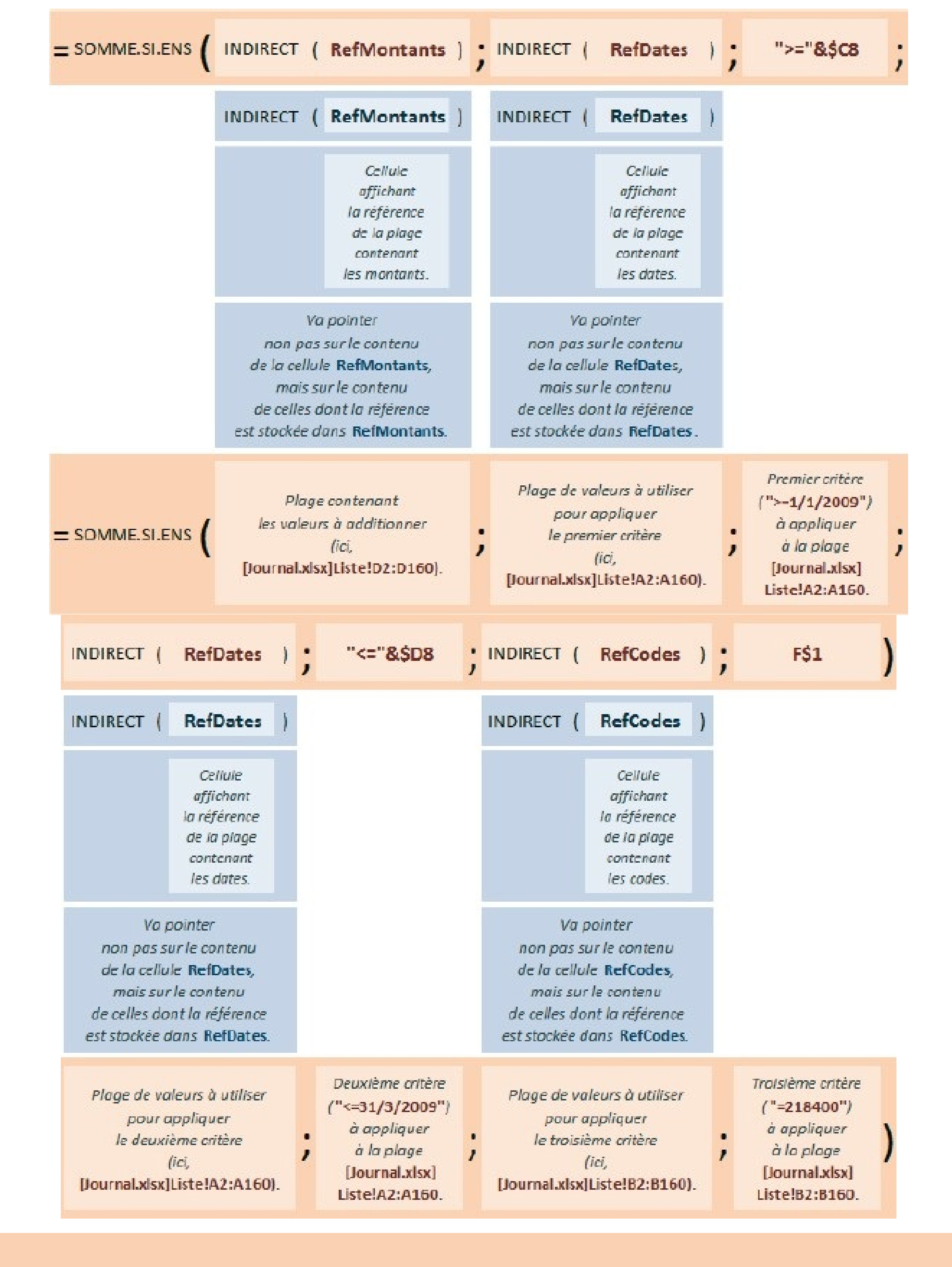
Or, dans la feuille `Par` (voir la figure 1-7), vous avez pris soin de préparer le chemin d'accès aux trois plages de cellules utilisées dans cette fonction. Et souvenez-vous, les cellules *L5*, *L7* et *L9* du tableau des paramètres avaient été nommées respectivement

`RefDates`, `RefCodes` et `RefMontants`. On serait donc tenté de remplacer le premier argument de la fonction *SOMME.SI.ENS* par `RefMontants`, le deuxième et le quatrième arguments par `RefDates` et le sixième argument par `RefCodes`. C'est un peu l'idée de la solution proposée ici, mais avec quelques aménagements pour que cela fonctionne.

En effet, si vous remplaciez simplement `[Journal.xlsx]Liste!D2:D160` par `RefMontants`, Excel considérerait que les montants sont stockés directement dans la cellule `RefMontants`. Il ne franchirait pas l'étape supplémentaire qui consiste à aller chercher les montants dans la plage indiquée dans la cellule `RefMontants`.

Pour l'aider à franchir ce cap, il faut utiliser la fonction *INDIRECT*. Cette dernière utilise deux arguments. Sa syntaxe est la suivante `: =INDIRECT(cellule contenant une référence;type de référence)`. Cette fonction incite Excel à ne pas utiliser le contenu de son premier argument tel quel, mais plutôt à aller chercher le contenu dans les cellules dont la référence est indiquée dans ce premier argument. En outre, il faut préciser que la référence de la plage décrite dans le premier argument est du type `A1` en indiquant `VRAI` dans le deuxième argument. Cependant, si vous éludez le deuxième argument, Excel comprend que par défaut, la plage décrite dans le premier argument est du type `A1`.

Au final, on remplace donc `[Journal.xlsx]Liste!D2:D160` par `INDIRECT(RefMontants)`. Il en est de même pour les deux autres plages indiquées dans les arguments `2`, `4` et `6`, qui deviennent respectivement `INDIRECT(RefDates)`, `INDIRECT(RefDates)` et `INDIRECT(RefCodes)`.



Balaie les cellules de la plage indiquée dans le premier argument, et vérifie que les cellules occupant une position équivalente dans les plages indiquées dans les deuxième, quatrième et sixième arguments respectent bien les critères mentionnés dans les troisième, cinquième et septième arguments. Si c'est le cas, la valeur est prise en compte dans la somme, sinon, elle est laissée de côté.

Figure 1–19 Décomposition des fonctions SOMME.SI.ENS et INDIRECT imbriquées, avec le sens de leurs arguments.

La syntaxe finale de la formule à saisir dans la cellule *F8* est donc : `=SOMME.SI.ENS(INDIRECT(RefMontants);INDIRECT(RefDates);">="&$C8;INDIRECT(RefDates);"<="&$D8;INDIRECT(RefCodes);F$1)`. Cette formule a été créée avec tant de précautions que vous pouvez maintenant la recopier sans inquiétude dans la plage *F8:Q11*.

Calculer les écarts au budget

Dans le tableau des écarts, on souhaite suivre les écarts trimestriels. Pour cela, on prend, dans chaque formule, le montant annuel du budget divisé par 4, auquel on enlève les cumuls trimestriels des dépenses réelles. La formule à saisir en *F18* est donc : `=F$4/4-F8`.

> **B.A.-BA Ordre de priorité des opérateurs**
>
> Dans la formule saisie en *F18*, les parenthèses sont inutiles car la multiplication a priorité sur l'addition. Au moment de calculer la formule, Excel divise tout d'abord la cellule *F4* par 4, puis ôte *F8*. Lorsque votre formule implique plusieurs opérateurs et qu'il peut y avoir ambiguïté, utilisez des parenthèses. Par exemple, `=8/9*7` est interprété comme `=(8/9)*7` et non pas comme `=8/(9*7)`.

Dans cette formule, on a pris soin de laisser la référence `F8` relative. Au fur et à mesure de la recopie, elle va donc se décliner en `F9`, `F10`… `G8`, `G9`, etc. Elle pointera à chaque fois sur le bon cumul pour calculer l'écart correspondant. Vous pouvez donc, sans inquiétude, recopier la formule de la cellule *F18* dans la plage *F18:Q21*.

Calculer le total annuel

La formule entrée en *F6* cumule les quatre résultats trimestriels pour obtenir le total annuel des dépenses réelles par compte. Pour faire ce cumul, on utilise la fonction *SOMME*. La formule à entrer en *F6* est donc : `=SOMME(F8:F11)`.

> **ASTUCE Fonction SOMME express**
>
> Pour saisir rapidement la fonction *SOMME* dans une cellule, vous pouvez presser simultanément les touches *Alt+=*. Si la cellule jouxte les valeurs à additionner, Excel entre non seulement la fonction *SOMME*, mais également les références de la plage contenant ces valeurs. Si ce n'est pas le cas, Excel se contente d'entrer la fonction *SOMME*.

Vous pouvez recopier cette formule dans la plage *G6:Q6*. La formule entrée en *F6* n'utilise que des références relatives (elle demande de faire la somme depuis la cellule située dans la même colonne, deux lignes plus bas jusqu'à la cellule située dans la même colonne, cinq lignes plus bas). Or, la configuration de la somme à effectuer dans la cellule *F16* étant strictement identique, vous pouvez faire un copier-coller depuis la plage *F6:Q6* vers la plage *F16:Q16*.

Calculer les totaux par trimestres

Il ne reste plus qu'à entrer les totaux en ligne. C'est à nouveau la fonction *SOMME* qui est mise à contribution.

En *S4*, entrez la fonction : `=SOMME(F4:R4),` puis recopiez-la dans les cellules *S6* et *S16*, puis dans les plages *S8:S11* et *S18:S21*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1						218400	606110	606300	606800	615500	615510	615610	624800	625100	626100	626200	647500		
2						Mob. bu	Carbura	Équip. b	Photoco	Loc. mat	Rép. En	Mainter	Coursie	Park. pé	Frais tél	Frais po	Médecine		Total
4		2009	Budget annuel			4000	3000	5000	2000	4500	2000	3500	1000	5000	3000	5000	8000		46000
6			Réel Annuel			4035	3267	4684	2022	4391	1712	3583	1284	4947	2747	4877	7792		45341
8			01/01/2009	31/03/2009		170	828	1937	0	1207	596	1314	630	1303	583	2464	1463		12495
9			01/04/2009	30/06/2009		1672	0	811	0	1305	704	166	501	1248	865	590	2619		10481
10			01/07/2009	30/09/2009		2193	945	665	2022	946	202	1755	0	1474	915	282	2041		13440
11		Réel	01/10/2009	31/12/2009		0	1494	1271	0	933	210	348	153	922	384	1541	1669		8925
13																			
16			Ecarts annuels			-35	-267	316	-22	109	288	-83	-284	53	253	123	208		659
18			01/01/2009	31/03/2009		830	-78	-687	500	-82	-96	-439	-380	-53	167	-1214	537		-995
19			01/04/2009	30/06/2009		-672	750	439	500	-180	-204	709	-251	2	-115	660	-619		1019
20			01/07/2009	30/09/2009		-1193	-195	585	-1522	179	298	-880	250	-224	-165	968	-41		-1940
21		Écarts	01/10/2009	31/12/2009		1000	-744	-21	500	192	290	527	97	328	366	-291	331		2575

Figure 1–20 Tous les rouages du tableau de suivi sont en place. Il ne reste plus qu'à peaufiner sa mise en forme.

Mettre en forme le tableau de suivi

La mise en forme du tableau de suivi fait intervenir à la fois des techniques de base (taille et couleur des polices, encadrements, etc.) et des outils plus élaborés (dégradés, graphiques sparkline, etc.). Dans ce chapitre, nous passerons rapidement sur les premières pour insister davantage sur les seconds, sachant que le résultat final auquel il faut aboutir est présenté à la figure 1-1.

Modifier la taille des cellules

C'est en jouant sur les hauteurs de lignes et les largeurs de colonnes que vous modifiez la taille des cellules. Vous pouvez utiliser les articles du bouton déroulant *Accueil>Cellules>Format*, mais il est souvent plus rapide de procéder par cliquer-glisser depuis le bord droit des têtes de colonnes ou le bord inférieur des têtes de lignes. Cette dernière technique, utilisée à partir de la sélection de plusieurs têtes de lignes ou de plusieurs têtes de colonnes, permet de les mettre au même gabarit. Par exemple, mettez les colonnes *F* à *S* au même gabarit en les sélectionnant, puis en effectuant un cliquer-glisser

vers la gauche jusqu'à ce que l'info-bulle affiche *Largeur : 9,00 (68 pixels)*.

Créer un fond dégradé

Sur la figure 1-1, vous constaterez que les numéros et les intitulés de postes (plages *F1:Q2* et *S1:S2*) sont mis en relief grâce à un dégradé gris. Pour créer ce dégradé, il faut cliquer sur l'onglet *Remplissage* de la boîte de dialogue *Format de Cellule*.

1 Cliquez sur le bouton *Motifs et textures*.

2 À partir du bouton déroulant *Couleur 1*, laissez l'option *Blanc, Arrière-plan 1* sélectionnée.

3 À partir du bouton déroulant *Couleur 2*, choisissez *Blanc, Arrière-plan 1, plus sombre 15%*.

4 Dans la rubrique *Type de dégradé*, sélectionnez *Diagonal haut*, cliquez sur la deuxième case à droite, puis sur *OK*, et à nouveau sur *OK*.

Vous noterez que les plages *B4:D4*, *F4:Q4*, *B6:D6*, *F6:Q6*, *S4* et *S6* sont également dotées de dégradés.

ASTUCE Des dégradés plus riches

Pour les fonds de cellule, Excel autorise des dégradés à deux couleurs (dans notre exemple blanc à gris). Or, vous découvrirez au chapitre 7 que les objets que vous dessinerez (rectangles, ronds, flèches, etc.) supporteront des dégradés mixant toutes les couleurs de votre choix.
Si vous souhaitez disposer d'une cellule dotée d'un dégradé aussi riche que ces objets, vous pouvez tracer audessus d'elle un rectangle (tout en pressant la touche *Alt* pour que ses bords collent parfaitement aux bords de la cellule). Appliquez ensuite à ce rectangle un dégradé variant sur plusieurs couleurs, toutes dotées d'une transparence d'environ 50 %, de manière à ce que le contenu de la cellule puisse apparaître à travers lui.

Afficher les intitulés de poste verticalement

Affichés horizontalement, les intitulés de poste contraignent les colonnes *S* et *F:Q* à occuper une place trop importante. L'une des solutions possibles est de les faire pivoter de 90° vers la gauche pour les afficher verticalement. Pour y parvenir, vous pouvez passer par l'onglet *Alignement* de la boîte de dialogue *Format de Cellule* et modifier les paramètres d'orientation. Vous pouvez également dérouler le bouton *Accueil>Alignement>Orientation* et choisir *Rotation du texte vers le haut*. Vous noterez que les cellules *B8* et *B18* sont dotées des mêmes propriétés.

Faire apparaître les écarts négatifs en rouge

Pour améliorer la lecture du tableau des écarts, on peut installer une mise en forme conditionnelle qui analyse le contenu des cellules de la plage *F18:Q21* et qui bascule la police de la cellule en rouge dès que l'écart est négatif.

ERGONOMIE Nouveauté Office 2013

La plage *F18:Q21* étant sélectionnée, vous devez distinguer l'icône *Analyse rapide* dans le coin inférieur droit de la sélection, juste à côté de la poignée. Si vous cliquez dessus, une fenêtre apparaît proposant tout un éventail de mises en forme présentées dans cinq onglets thématiques. Il s'agit d'une présélection de mises en forme conditionnelles, de graphiques, de formules de synthèse, de tableaux structurés ou tableaux croisés et de graphiques sparkline. Si vous ne trouvez pas votre bonheur dans cette fenêtre, vous pouvez toujours actionner les boutons « normaux » d'accès à ces fonctions depuis le ruban.

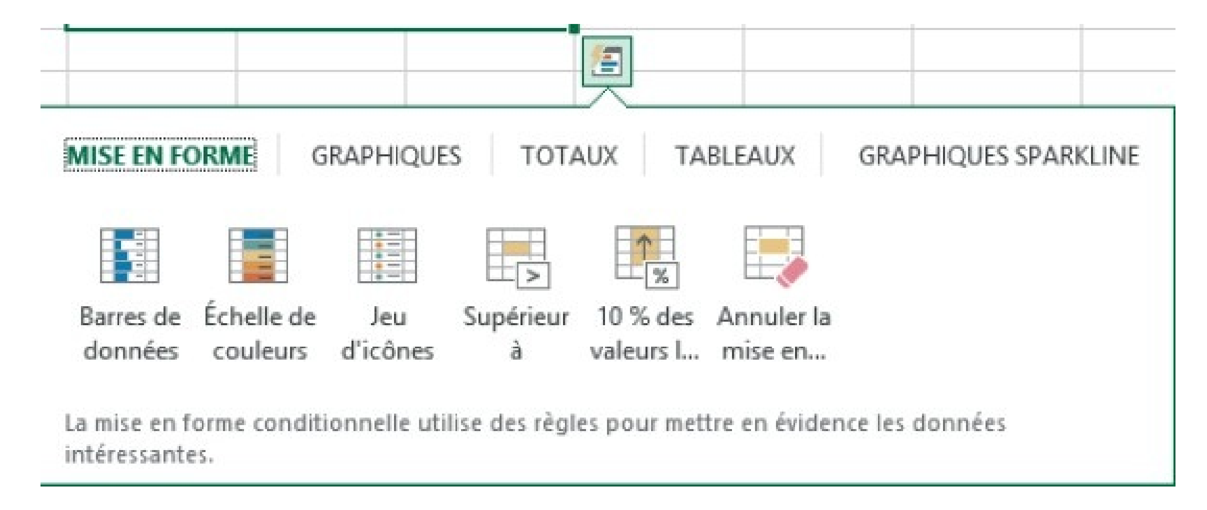


Figure 1–21 Nouvelle fenêtre disponible uniquement dans Office 2013 permettant d'accéder rapidement à un choix de mises en forme à partir de n'importe quelle sélection contenant plus de deux données.

Si vous travaillez avec Office 2013, vous pourriez être tenté d'utiliser le bouton *Analyse rapide* pour accéder rapidement à la mise en forme conditionnelle qui vous intéresse. Malheureusement, cette dernière ne fait pas partie des choix proposés. Il faut donc procéder « normalement » et utiliser le ruban.

1 Sélectionnez la plage *F18:Q21*.

2 Déroulez le bouton *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Règles de mise en surbrillance des cellules>Inférieur à*.

3 Dans la boîte de dialogue qui apparaît, saisissez `0` dans la première case et sélectionnez l'option *Format personnalisé* dans la liste déroulante située à droite de la boîte de dialogue.

4 Sélectionnez l'onglet *Police* et déroulez le bouton *Couleur* pour choisir *Rouge foncé* (dans les *couleurs standard*). Cliquez sur *OK*, puis à nouveau sur *OK*.

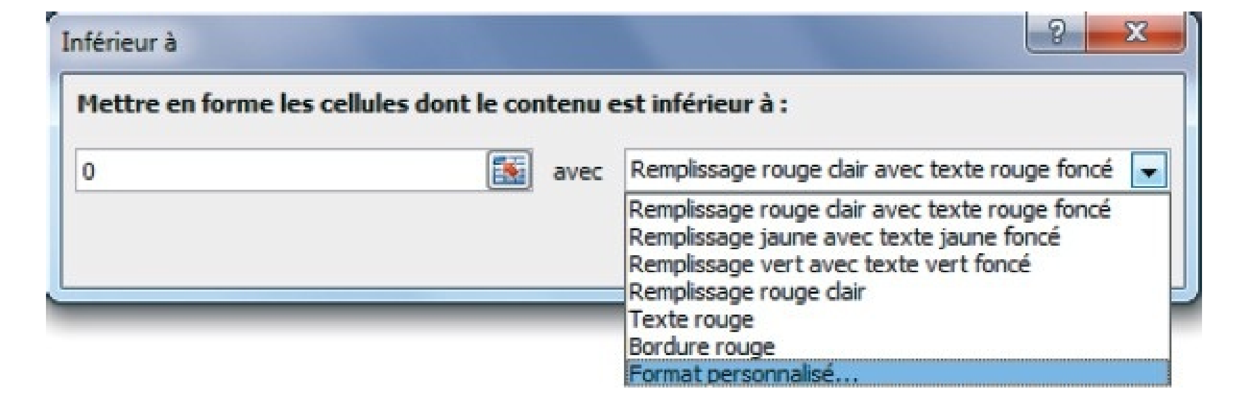


Figure 1–22 Avec les mises en forme conditionnelles, vous pouvez conditionner le format d'une cellule à son contenu.

Ajouter les graphiques sparkline

Les *graphiques sparkline* sont des mini-représentations graphiques sur quelques valeurs numériques, que l'on peut obtenir instantanément dans une cellule. On se propose d'avoir en *F13* l'image des quatre valeurs de la plage *F8:F11*, en *G13* l'image des quatre valeurs de la plage *G8:G11*, et ainsi de suite.

1 Sélectionnez la cellule *F13*.

2 Choisissez *Insertion>Graphiques sparkline>Histogramme*.

3 Veillez à ce que le curseur soit bien dans la case *Plage de données* de la boîte de dialogue *Créer des graphiques sparkline* et faites un cliquer-glisser sur la plage *F7:F12*. Cliquez sur *OK*.

4 Toujours à partir de la cellule *F13*, déroulez *Outils sparkline>Création>Style>Couleur sparkline* et choisissez *Blanc, Arrière-plan 1* (la couleur des histogrammes a été modifiée).

5 Faites un cliquer-glisser à partir de la poignée de recopie de la cellule *F13* jusqu'à la cellule *Q13*.

Mettre les douze graphiques à la même échelle

Les douze graphiques sont optimisés pour représenter au mieux chaque groupe de quatre données dans l'espace d'une cellule. Du coup, ils n'autorisent pas une lecture horizontale (ils ont tous une échelle différente et ne peuvent être comparés entre eux).

La dernière étape consiste à attribuer la même échelle à leur axe des ordonnées.

1 Sélectionnez la plage *F13:Q13*.

2 Déroulez *Outils sparkline>Création>Groupe>Axe* et dans la rubrique *Options – Valeur minimale de l'axe vertical*, choisissez *Identique pour tous les graphiques sparkline.*

3 Déroulez à nouveau *Outils sparkline>Création>Groupe>Axe* et dans la rubrique

Options – Valeur maximale de l'axe vertical, choisissez *Identique pour tous les graphiques sparkline*.

Créer des graphiques pour le tableau des écarts

On souhaite créer exactement la même chose pour illustrer les données de la plage *F18:F21*.

1 Sélectionnez la plage *F13:Q13*.

2 Copiez-la.

3 Sélectionnez la plage *F23:Q23*.

4 Collez.

5 Vous n'avez plus qu'à modifier quelques paramètres de la boîte de dialogue *Format de Cellule* pour retrouver un fond mauve et des bordures mauves et blanches.

6 Pour faire apparaître les valeurs négatives en rouge, déroulez *Outils sparkline>Création>Style>Couleur de marqueur* et choisissez *Points négatifs>Rouge foncé* dans les *couleurs standard* (les piles correspondant aux valeurs négatives deviennent rouges).

Créer les deux graphiques afférents aux totaux

Pour ces deux graphiques, il suffit de recopier en *S13* et *S23* l'un des graphiques des plages *F13:Q13* et *F23:Q23*.

Finaliser la mise en page

Masquer le quadrillage et les colonnes inutiles

1 Choisissez *Affichage>Afficher* et décochez la case *Quadrillage*.

2 Sélectionnez la colonne *U* en cliquant sur sa tête de colonne, puis pressez simultanément les touches *Ctrl+Maj+Touche de direction droite*.

3 Cliquez droit au niveau des têtes de colonnes sélectionnées et choisissez *Masquer*.

Régler les marges et les en-têtes

1 Déroulez *Mise en page>Mise en page>Marges* et choisissez *Marges personnalisées*.

2 Saisissez `5` pour la marge supérieure, `2` pour la marge inférieure et `0,5` pour les marges gauche et droite.

3 Cochez la case *Centrer sur la page Horizontalement*.

4 Restez dans la même boîte de dialogue, cliquez sur l'onglet *En-tête/Pied de page*, puis sur *En-tête personnalisé*.

5 Cliquez dans la case *Partie gauche*, puis sur le bouton *Insérer une image* (le deuxième en partant de la droite). Naviguez sur les divers supports (serveurs, disques durs, clés, etc.) afin de trouver l'image correspondant au logo de votre entreprise. Une fois trouvée, sélectionnez-la et cliquez sur *Insérer*.

OUPS Office 2013, un passage obligé par Internet ?

Sous Excel 2013, dans la boîte de dialogue *En-tête personnalisé* ou *Pied de page personnalisé*, une alerte apparaît au moment où vous cliquez sur l'icône *Insérer une image*. Elle vous annonce que cette commande implique que vous vous connectiez à Internet et vous demande votre autorisation. Sachez que tout cela n'est qu'une intimidation. En effet, vous êtes totalement libre d'avoir votre banque d'images en local, rendant toute connexion à Internet totalement superflue. Vous pouvez donc autoriser Excel à se connecter. Si aucune connexion n'est ouverte, il va nécessairement échouer et, dans la boîte d'alerte qui apparaît alors, vous choisissez *Travailler hors connexion*. Dès lors, vous pouvez naviguer tranquillement parmi vos dossiers et ouvrir en local l'image de votre choix.

6 Cliquez dans la case *Partie centrale* et saisissez le nom de la société. Sélectionnez le texte et cliquez sur l'outil *Mettre le texte en forme* (le premier en partant de la gauche). Déroulez le bouton *Couleur* et sélectionnez *Blanc, Arrière-plan 1, plus sombre 50%*. Cliquez sur *Gras* (dans la fenêtre *Style*) et sur *20* (dans la fenêtre *Taille*).

7 Cliquez dans la case *Partie droite* et saisissez `Budget`. Sélectionnez le texte et cliquez sur l'outil *Mettre le texte en forme.* Déroulez le bouton *Couleur* et sélectionnez *Blanc, Arrière-plan 1, plus sombre 50%*. Cliquez sur *OK*, puis sur l'onglet *Page*.

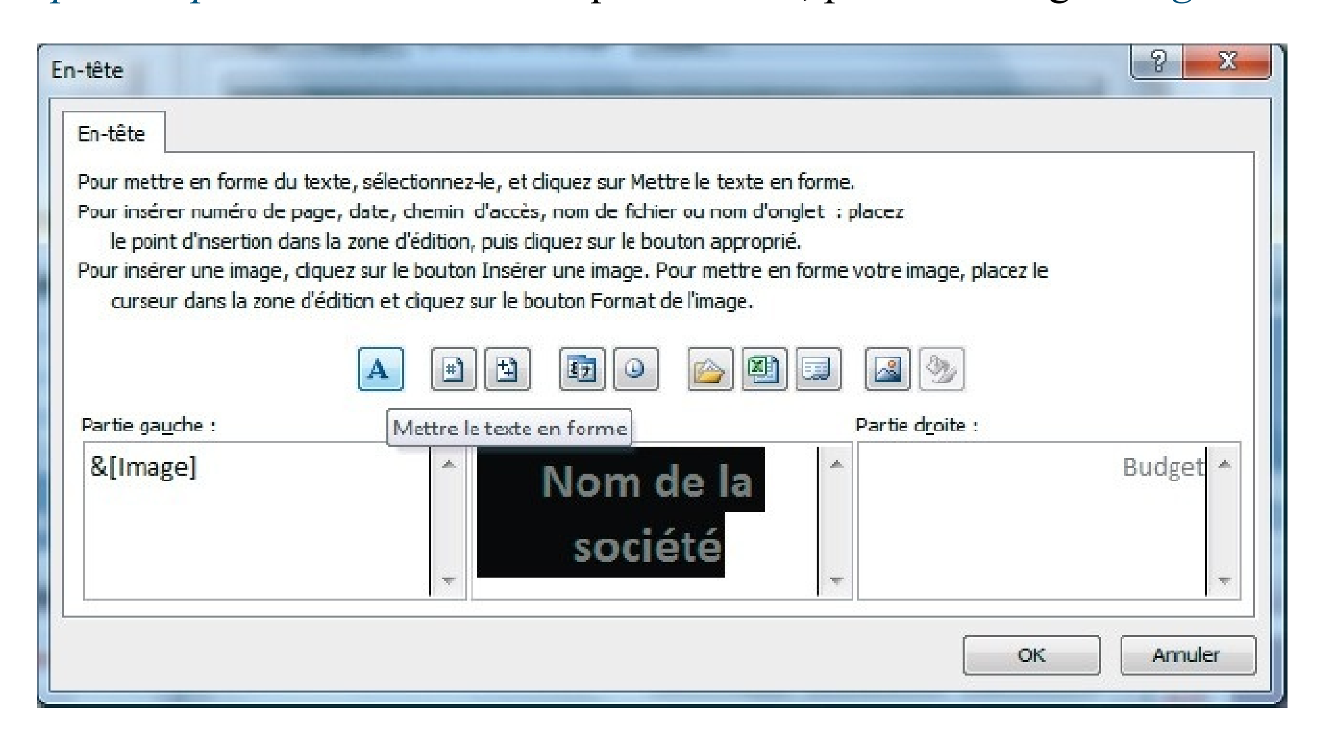


Figure 1–23 Le bouton En-tête personnalisé accessible à partir de l'onglet En-tête/Pied de page de la boîte de dialogue Mise en page permet la création d'en-têtes sophistiqués intégrant des images.

8 Cochez l'option *Paysage* et l'option *Ajuster* en précisant *1 page en largeur* et *1 page*

en hauteur. Fermez la boîte de dialogue en cliquant sur *OK*.

9 Enregistrez votre classeur en pressant les touches *Ctrl+S*.

Imprimer le tableau de suivi budgétaire

Votre tableau est maintenant prêt à être imprimé.

1 Choisissez *Fichier>Imprimer*.

2 Vérifiez que l'*aperçu avant impression* qui occupe la partie droite de l'écran vous convient. Un bouton *Zoom sur la page* situé dans le coin inférieur droit de votre écran vous permet de vérifier un détail. Pour revenir à la vue générale, cliquez à nouveau sur ce bouton.

3 Utilisez le menu *Imprimante* pour choisir l'imprimante de destination.

4 Jetez un coup d'œil aux paramètres d'impression pour vérifier qu'ils vous conviennent (a priori, les paramètres par défaut d'Excel sont corrects) et cliquez sur le bouton *Imprimer* situé dans le coin supérieur gauche de votre écran.

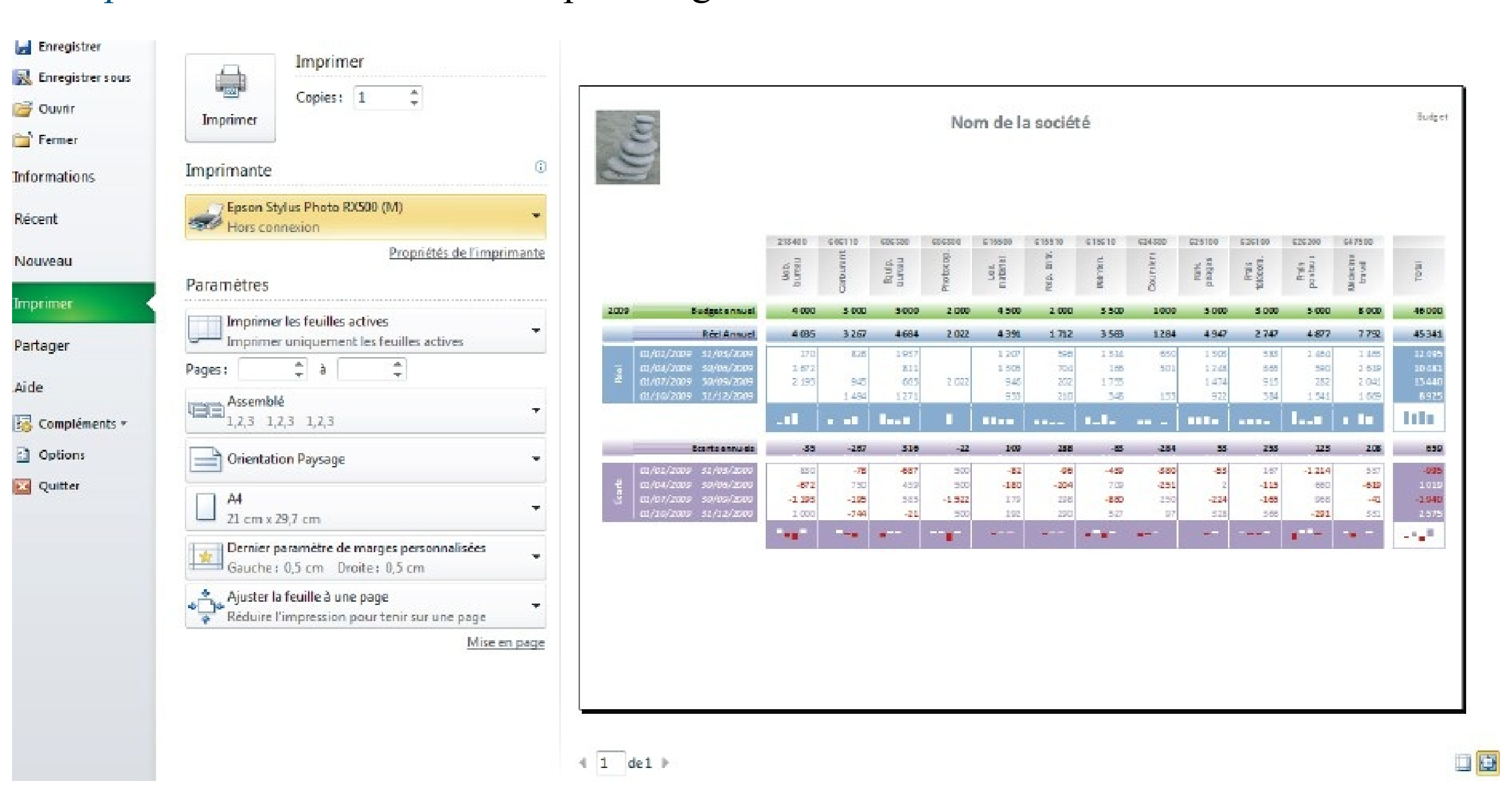


Figure 1–24 La commande Imprimer, disponible à partir de l'onglet Fichier donne accès aux principales options d'impression et affiche simultanément l'aperçu avant impression de votre document.

Maîtrisez votre environnement de travail

2

Lorsque vous ouvrez Excel, c'est rarement pour réaliser une œuvre d'art. Votre motivation première est plutôt d'optimiser un calcul, tester des hypothèses ou développer vos tableaux de bord, laissant au second plan les considérations esthétiques. Ce chapitre met en lumière tous les aspects de votre environnement de travail et vous propose astuces et méthodes pour réaliser plus rapidement certaines tâches d'édition ainsi que la mise en forme de votre tableau.



SOMMAIRE

- Apprivoiser et personnaliser Excel
- Travailler mieux et plus vite
- Mettre en forme un tableau

MOTS-CLÉS

- Affichage
- Barre d'outils Accès rapide
- Collage spécial
- Date et heure

- Feuille
- Format
- Graphique sparkline
- Impression
- Mise en page
- Nom
- Protection
- Ruban
- Style
- Thème
- Vérification orthographique

Depuis la version 2007 d'Excel, Microsoft a complètement modifié le mode de présentation des commandes. Les menus qui les regroupaient dans les toutes premières versions, il y a 25 ans, ont été totalement abandonnés au profit d'un ruban qui les présente par thème, à travers huit onglets.

Le ruban n'est pas le seul élément de l'environnement de travail à avoir évolué. La barre de formule est maintenant extensible et la barre d'outils *Accès rapide* a fait son apparition.

Dans ce chapitre, vous allez découvrir des raccourcis clavier, des boutons et des conseils pour réaliser au mieux les procédures les plus courantes.

Maîtriser l'environnement de travail d'Excel

Accéder aux commandes d'Excel

Le ruban : on ne vous montre pas tout !

Si vous avez procédé à une installation standard d'Excel 2010 ou 2013, le ruban affiche huit onglets (*Fichier* à *Affichage*). Cette installation standard correspond aux commandes les plus courantes, mais d'autres commandes peuvent être affichées. Tout d'abord, vous pouvez disposer d'un neuvième onglet, intitulé *Développeur*, qui offre un accès aux commandes de VBA, le langage de programmation associé à Office. Ensuite, il faut savoir que de nombreuses commandes ne sont pas reprises dans les huit onglets affichés par défaut. Si certaines vous manquent au quotidien, vous pouvez les accrocher aux onglets existants dans des groupes personnalisés (voir un peu plus loin le détail de la procédure).

Sachez également que d'autres onglets peuvent apparaître au gré des objets sélectionnés. Ils proposent des fonctionnalités spécifiques à certains contextes ; c'est pourquoi ils ne sont pas présents en permanence. Ainsi, lorsqu'une image est sélectionnée, l'onglet *Outils image>Format* apparaît. Si vous êtes sous Excel 2013 et sélectionnez un graphique, le ruban affiche deux nouveaux onglets : *Outils de graphique>Création* et *Outils de graphique>Format* (sous Excel 2010, il en affiche trois).

ÉCRAN TROP PETIT Réduire le ruban ou travailler en plein écran

Si votre écran de travail n'est pas très grand, vous serez peut-être encombré par la présence permanente du ruban. Si c'est le cas, cliquez sur le bouton *Réduire le ruban* (à l'extrémité droite du ruban) ou pressez simultanément les touches *Ctrl+F1* (ou *Ctrl+FN+F1*). Lorsque le ruban est réduit, vous ne voyez plus apparaître que le nom des onglets (un peu comme l'ancienne barre de menus). Dès que vous cliquez sur un onglet, le ruban correspondant s'affiche. Pour disposer à nouveau du ruban en permanence, cliquez droit sur les intitulés du ruban et sélectionnez *Réduire le ruban* qui est coché (donc, le fait de le sélectionner décoche l'article) ou pressez simultanément les touches

Ctrl+F1.

Si vous travaillez sur un petit écran, vous trouverez peut-être trop encombrante l'interface de travail Excel (ruban, barres diverses, etc.). Évidemment, vous pouvez travailler avec un ruban rétractable, mais si ce n'est pas suffisant et si vous travaillez sous Excel 2010, cliquez sur *Affichage>Affichages classeur>Plein écran*. Tout disparaît hormis la barre des tâches et vos fenêtres Excel. Pour revenir au mode « normal », pressez la touche *Échap*. Cette commande est également disponible sous Excel 2013 dans la liste de toutes les commandes (*Fichier>Options>Personnaliser le ruban>Toutes les commandes*), mais elle n'est pas chargée sur le ruban par défaut.

BOUÉE DE SAUVETAGE SOS 2003

Vous venez d'abandonner Excel 2003 et vous êtes dérouté par le ruban ; sachez que les petites icônes situées dans le coin inférieur droit de certains groupes du ruban affichent les boîtes de dialogue telles que vous les connaissiez sous 2003 et proposent donc un éventail de choix complet, alors que le ruban ne donne un accès direct qu'à une sélection de commandes jugée la plus opportune par Microsoft.

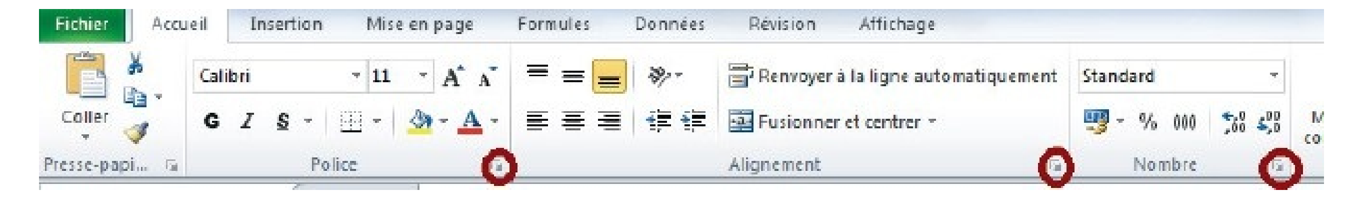


Figure 2–1 Ces trois lanceurs font apparaître la même boîte de dialogue, Format de cellule, mais en activant à chaque fois un onglet différent.

Équiper la barre d'outils Accès rapide

La barre d'outils *Accès rapide* constitue un autre moyen de déclencher une commande Excel. Par défaut, elle comprend trois boutons : *Enregistrer*, *Annuler* et *Répéter*. Vous pouvez l'enrichir de n'importe quelle commande Excel. Pour cela, il est possible de choisir dans la liste déroulante qui apparaît au bout de la barre.

1. Déroulez la flèche *Personnaliser la barre d'outils Accès rapide* située à l'extrême droite de la barre d'outils.
2. Choisissez la commande à installer parmi les douze fonctionnalités les plus « utiles ».

En réalité, vous n'êtes pas limité à cette présélection, et rien ne vous empêche de choisir l'une des 1 200 commandes d'Excel.

1. Déroulez la flèche *Personnaliser la barre d'outils Accès rapide*.
2. Choisissez *Autres commandes*.
3. Déroulez la flèche *Choisir les commandes dans les catégories suivantes* et sélectionnez *Toutes les commandes* afin de disposer de l'intégralité des commandes d'Excel.

4 Dans la liste déroulante de gauche, sélectionnez la commande à installer et cliquez sur *Ajouter*.

5 Refermez la boîte de dialogue en cliquant sur *OK*. La barre d'outils *Accès rapide* est enrichie de la nouvelle commande.

RAPPEL De nombreux menus contextuels et les mini-barres d'outils

Pour découvrir les menus contextuels associés à quasiment chaque objet, amusez-vous à cliquer droit un peu partout sur votre écran et au-dessus des divers objets disponibles. Observez ce qui se passe. À chaque fois que vous changez de contexte, le contenu du menu s'adapte et propose une sélection de commandes relatives à l'objet sélectionné ou à la partie de l'écran au-dessus de laquelle vous vous trouvez.

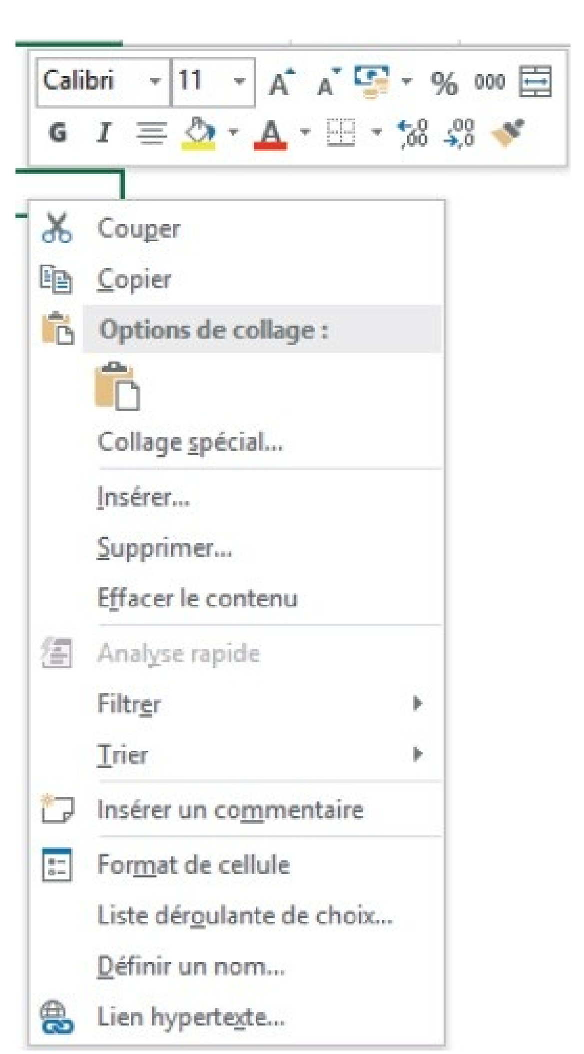


Figure 2–2 Ce menu contextuel est le résultat d'un clic droit sur une cellule. Juste au-dessus, apparaît la mini-barre d'outils.

Depuis Excel 2010, lorsque vous cliquez droit sur un objet, une cellule, une tête de ligne ou de colonne, une mini-barre d'outils apparaît systématiquement au-dessus du menu contextuel. Cette mini-barre offre un accès rapide à une sélection d'outils de mise en forme, placés ici car ils correspondent à un usage fréquent. Cette mini-barre peut également apparaître sous une forme un peu « spectrale » lorsque vous modifiez le contenu d'une cellule en modification directe, c'est-à-dire sans passer par la barre de formule.

Si, dans les options d'Excel (*Fichier>Options*), vous avez décoché la case *Modification directe* (dans la catégorie *Options avancées*), la mini-barre n'apparaîtra pas lorsque vous ferez votre modification dans la barre de formule.
Si, dans les options d'Excel (*Fichier>Options*), vous avez décoché la case *Afficher la mini-barre d'outils lors de la sélection* (dans la catégorie *Général*), que vous soyez en modification directe ou non, la mini-barre n'apparaîtra pas.
Toutefois, quels que soient les paramètres choisis, la mini-barre apparaît toujours lorsque vous cliquez droit sur une cellule ou un objet.

Étoffer le ruban

À son tour, le ruban peut être enrichi. Il n'est pas possible de modifier sa composition standard, mais vous pouvez ajouter des groupes personnalisés sur chacun des onglets existants et y accrocher les commandes de votre choix. Il est même possible d'ajouter de nouveaux onglets.

Créer un nouvel onglet dans le ruban

Cliquez droit sur le ruban et choisissez *Personnaliser le ruban*.

1 Dans la fenêtre de droite, sélectionnez l'onglet à la suite duquel un nouvel onglet doit être inséré et cliquez sur le bouton *Nouvel onglet* situé tout en bas. `Nouvel onglet (personnalisé)` apparaît. Il est automatiquement doté d'un groupe baptisé par défaut `Nouveau groupe (personnalisé)`.

2 Sélectionnez le nouvel onglet, puis le nouveau groupe, et cliquez sur *Renommer* pour leur attribuer des noms plus explicites. Le mot *personnalisé* qui apparaît entre parenthèses ne sera pas affiché sur le ruban. Il sert uniquement à rappeler que l'onglet et le groupe ne font pas partie de l'environnement standard d'Excel.

3 Si vous souhaitez que votre nouvel onglet affiche plusieurs « compartiments », sélectionnez-le, puis utilisez le bouton *Nouveau groupe*.

4 Une fois votre « enveloppe » prête, il ne vous reste plus qu'à y accrocher les commandes. Dans la fenêtre de droite, sélectionnez le groupe cible, puis, dans la fenêtre de gauche, la commande ou la macro à installer. Cliquez sur *Ajouter*.

5 Une fois le nouvel onglet paré, cliquez sur *OK* pour fermer la boîte de dialogue et valider vos transformations.

Enrichir les onglets standard du ruban

Dans cette procédure, un nouveau groupe, `Affichages persos`, est ajouté à l'onglet *Affichages*.

1 Ouvrez la boîte de dialogue *Personnaliser le ruban*.

2 Dans la fenêtre de droite, développez l'onglet *Affichage* auquel vous souhaitez ajouter un groupe personnalisé (cliquez sur le signe +).

3 Sélectionnez le groupe à côté duquel le nouveau doit être inséré (le dernier, par exemple) et cliquez sur *Nouvea groupe*. Utilisez le bouton *Renommer* pour lui donner un nom significatif (`Affichages perso` par exemple).

4 Sélectionnez `Affichages persos` dans la fenêtre de droite et, dans celle de gauche, affichez l'intégralité des commandes. Dans cette dernière, choisissez *Affichages personnalisés* et cliquez sur *Ajouter*.

5 La commande apparaît dans la fenêtre de droite où vous pouvez la renommer et lui associer une icône.

6 Cliquez sur *OK* pour fermer la boîte de dialogue et valider vos transformations.

EN PRATIQUE Sélectionner une commande du ruban à l'aide du clavier

Si vous êtes un inconditionnel du clavier, vous pouvez sélectionner vos commandes en pressant certaines touches.

1. Commencez par presser la touche / du pavé numérique ou la touche *F10* (ou *FN+F10* si le constructeur de votre ordinateur a destiné cette dernière à une autre tâche), ou encore la touche *Alt*. Des lettres apparaissent en surimpression dans des petits carrés gris pâle. Elles vous permettent de sélectionner un onglet.
2. Choisissez l'une d'entre elles en pressant la (ou les) touche(s) correspondante(s). Si vous pressez *N*, par exemple, vous activez l'onglet *Affichage*.
3. Une autre série de lettres apparaît en surimpression de chaque commande. Pressez la touche correspondante pour en sélectionner une. S'il s'agit d'une commande simple, elle s'exécute ; sinon, le menu correspondant apparaît. Vous pouvez le parcourir à l'aide des touches de direction *Haut* et *Bas*.

Si vous êtes entrés par erreur dans ce mode de choix des commandes, vous en sortirez instantanément en pressant la touche *Échap* ou en cliquant sur la feuille de calcul.

Actionner les raccourcis historiques

Toute une série de raccourcis clavier historiques (certains existent depuis la première version d'Excel) servent également à actionner les commandes. Ils impliquent généralement les touches *Ctrl* ou *Alt*. Presser les touches *Ctrl+Maj+&*, par exemple, affiche directement la boîte de dialogue *Format de Cellule*.

Voici une sélection de raccourcis correspondant aux commandes les plus courantes.

- *Ctrl+F1* ou *Ctrl+FN+F1* : affiche ou masque le ruban.
- *Alt+F11* ou *Alt+FN+F11* : passe de l'environnement Excel à l'environnement de programmation (VBE) et inversement.
- *Ctrl+Page précédente* : active la feuille précédente dans le classeur actif.

- *Ctrl+Page suivante* : active la feuille suivante dans le classeur actif.
- *Ctrl+N* : ouvre un nouveau classeur selon le modèle standard en vigueur.
- *Ctrl+O* : affiche la boîte de dialogue *Ouvrir* (sous Excel 2010) ou l'écran *Ouvrir* (sous Excel 2013).
- *Ctrl+W* : ferme le classeur actif.

Personnaliser la barre d'état, la barre des tâches et certains aspects d'Excel

La barre d'état : une surveillance permanente

La barre d'état est une sorte de témoin permanent de votre travail. Dans sa partie gauche, elle indique si vous êtes en train de saisir, modifier ou copier une cellule et, dans sa partie droite, vous disposez d'un certain nombre d'icônes à géométrie variable. En effet, vous paramétrez ce qui apparaît dans la barre d'état en fonction de vos besoins.

Cliquez droit sur la barre d'état pour faire apparaître la liste des indicateurs qu'il est possible d'installer.

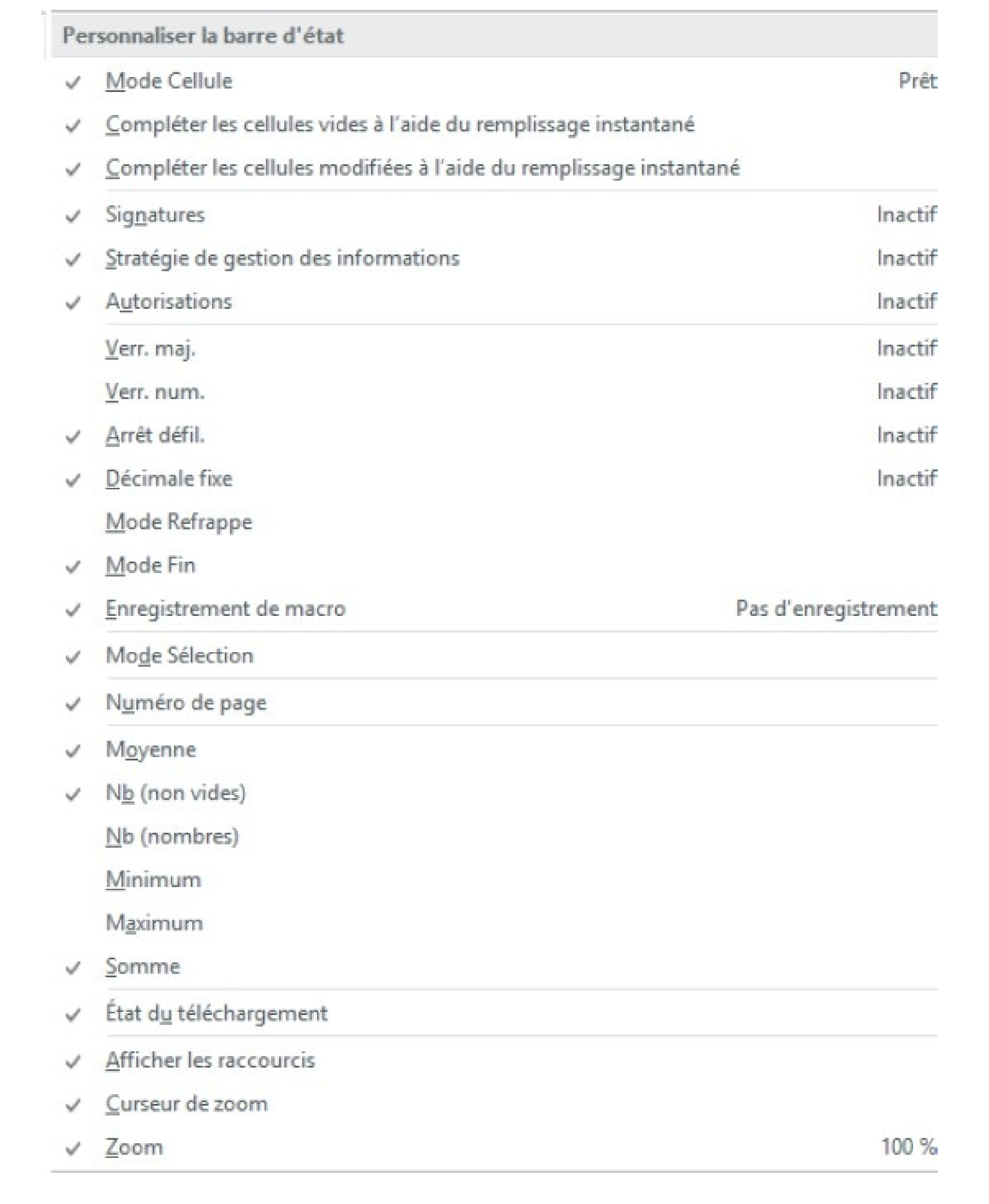


Figure 2–3 Les indicateurs disponibles à partir de la barre d'état sont très nombreux. Une coche devant un élément indique qu'il est installé. Ne surchargez pas inutilement la barre d'état et n'affichez que ce dont vous avez réellement besoin.

Certains indicateurs sont « passifs », c'est-à-dire qu'ils sont simplement là pour témoigner de l'état de certains objets, alors que d'autres sont « actifs », c'est-à-dire que si l'utilisateur clique dessus, une action se déclenche.

Lorsque vous sélectionnez une plage de cellules, vous pouvez visualiser la somme ou la moyenne des valeurs qu'elle contient grâce aux fonctions statistiques de la barre d'état. En plus de la somme et de la moyenne, elle propose des fonctions de dénombrement ainsi que *Max* et *Min* qui renvoient respectivement la plus grande et la plus petite valeur de la plage sélectionnée.

La barre des tâches : un accès à d'autres fenêtres

Tout en bas de l'écran, la barre des tâches offre un accès privilégié à des applications et accessoires d'usage courant. À côté de ces icônes permanentes apparaissent celles, éphémères, de toutes les fenêtres ouvertes.

Cliquez droit sur la barre des tâches pour accéder aux outils de personnalisation. Le sous-menu *Barre d'outils* présente l'éventail des accessoires susceptibles d'être attachés. Vous pouvez même créer votre propre barre d'outils. La commande *Propriétés* ouvre une boîte de dialogue à partir de laquelle vous personnalisez la barre des tâches (et, sous Windows 7, le menu *Démarrer*).

Lorsque vous avez plusieurs applications ouvertes simultanément (Word et Excel par exemple), les icônes des documents apparaissant dans la barre des tâches permettent de passer très rapidement de l'une à l'autre, facilitant toutes les opérations de type insertion ou copier-coller.

Un clic droit sur la barre des tâches déroule le menu contextuel dans lequel vous disposez de trois options (*Cascade*, *Afficher les fenêtres empilées*, *Afficher les fenêtres côte à côte*) pour gérer l'affichage relatif de toutes les fenêtres ouvertes.

Pour passer d'une fenêtre à l'autre, cliquez sur les icônes correspondantes dans la barre des tâches.

NAVIGATION Un raccourci clavier historique très pratique

1. Pressez les touches *Alt+Tabulation* (sans relâcher la touche *Alt*) pour afficher l'intégralité des fenêtres ouvertes à travers leurs vignettes respectives.
2. Une fois les vignettes affichées, ne relâchez pas la touche *Alt* et, avec la touche *Tabulation*, parcourezles pour sélectionner la vignette qui vous intéresse.
3. Une fois votre sélection faite, vous pouvez relâcher la touche *Alt*. La fenêtre choisie s'active.

Paramétrer l'environnement d'Excel dans ses moindres détails

La commande *Options* disponible dans l'onglet *Fichier* affiche une vaste boîte de dialogue par laquelle vous pouvez régler la majorité des paramètres de travail. Ces derniers seront présentés tout au long du livre en fonction des thèmes auxquels ils se rapportent (les formules, la saisie, etc.). La fenêtre propose sur sa gauche plusieurs catégories et sur sa droite des sections, qui regroupent par thème les options correspondant à la catégorie choisie. Les quelques options présentées ici concernent l'ergonomie d'Excel.

- L'option *Général>Options d'interface utilisateur>Activer l'aperçu instantané* concerne Excel en général, quels que soient la feuille et le classeur actifs. Lorsque cette case est cochée, vous pouvez voir immédiatement l'effet d'une option lors du simple

survol des choix proposés.

- L'option *Options avancées>Options d'affichage de la feuille de calcul>Afficher la feuille de droite à gauche* concerne une feuille en particulier. Lorsque vous la modifiez, le changement s'applique à la feuille dont le nom apparaît en titre de la liste déroulante. Pour appliquer la modification à toutes les feuilles, vous devez choisir leur nom successivement dans la liste déroulante et cocher ou décocher la case concernée. Lorsque cette case est cochée, toutes vos feuilles présentent les têtes de ligne à droite, avec les têtes de colonne et les onglets progressant de droite à gauche.

OUPS Une option peut en cacher une autre

Si vous ouvrez systématiquement vos classeurs avec les têtes de ligne à droite et la bande de défilement à gauche, et si ce choix par défaut ne vous convient pas, c'est au niveau de l'option *Fichier>Options>Options avancées>Afficher>Orientation par défaut de droite à gauche* qu'il faut agir.

- Le quadrillage matérialise les cellules. Il facilite le repérage, mais une fois le tableau construit et mis en forme, il peut en rendre la lecture plus confuse. Les deux options *Options avancées>Options d'affichage de la feuille de calcul>Couleur du quadrillage* et *Afficher le quadrillage* permettent de personnaliser la couleur du quadrillage et de choisir de le masquer ou de l'afficher. Pour régler l'affichage et le masquage du quadrillage, vous disposez également d'un accès direct dans l'onglet *Affichage*, groupe *Afficher*.

Bien gérer les feuilles et les classeurs

Les feuilles : maîtriser leurs onglets

Vous pouvez modifier la couleur d'un onglet en cliquant droit dessus, puis en choisissant *Couleur d'onglet* pour faire apparaître la palette et faire votre sélection.

PRATIQUE Bien gérer l'espace occupé par les onglets

Si vous survolez le bas de votre feuille, vous trouvez le curseur de partage des onglets à gauche de la bande de défilement horizontale. En effet, les onglets du classeur et la bande de défilement horizontale se partagent le même espace. Si votre classeur contient beaucoup de feuilles (donc beaucoup d'onglets), vous aurez peut-être envie d'en afficher davantage simultanément. Dans ce cas, vous pouvez cliquer-glisser depuis ce curseur vers la droite. Si vous souhaitez au contraire disposer d'une bande de défilement horizontale plus grande, faites un cliquer-glisser depuis ce curseur vers la gauche. À l'extrême limite, vous pouvez masquer totalement les onglets (en l'amenant à l'extrême gauche) ou la bande de défilement (en l'amenant à l'extrême droite).

Si les onglets ne sont pas tous visibles, utilisez les flèches de défilement. La flèche gauche dévoile progressivement les premiers onglets alors que la droite permet de progresser vers les derniers.

> **NOUVEAUTÉ 2013 Accès direct à certaines feuilles**
>
> - Un clic gauche sur la flèche de défilement gauche en pressant *Ctrl* fait apparaître le premier onglet.
> - Un clic gauche sur la flèche de défilement droite en pressant *Ctrl* fait apparaître le dernier onglet.
> - Un clic droit sur l'une des deux flèches affiche une fenêtre avec la liste de toutes les feuilles.

Les feuilles : constituer des groupes de travail

Lorsque plusieurs feuilles sont sélectionnées simultanément, elles constituent un « Groupe de travail ». Il faut alors être très prudent car la moindre saisie effectuée sur la feuille active se répercute sur toutes les feuilles du groupe. Il est donc recommandé de quitter ce mode dès qu'il ne s'avère plus nécessaire.

En revanche, lorsque vous avez une action un peu fastidieuse à entreprendre sur plusieurs feuilles du classeur (modifier les options de mise en page par exemple), il est fortement conseillé d'utiliser ce mode de travail.

Pour quitter le mode « Groupe de travail » et revenir à un état normal (une seule feuille sélectionnée), il faut choisir *Dissocier les feuilles* à partir du menu contextuel des onglets.

Ce mode implique la sélection simultanée de plusieurs feuilles.

Pour sélectionner des feuilles contiguës :

1. Cliquez sur l'onglet de la première feuille à sélectionner.
2. Cliquez sur l'onglet de la dernière feuille à sélectionner en pressant la touche *Maj*.

Pour sélectionner des feuilles non contiguës :

1. Cliquez sur l'onglet de la première feuille à sélectionner.
2. Cliquez sur l'onglet de la deuxième feuille à sélectionner en pressant *Ctrl.*
3. Réitérez l'étape 2 jusqu'à ce que toutes les feuilles souhaitées soient sélectionnées.

> **PERSONNALISER Masquer les onglets et les bandes de défilement**
>
> Si vous souhaitez vraiment masquer les onglets, il faut choisir *Fichier>Options*, puis sélectionner *Options avancées* et faire défiler la fenêtre de droite jusqu'à la section *Options d'affichage du classeur*. Là, vous trouvez des cases pour afficher les onglets de classeur et même les bandes de défilement verticale et horizontale. En cochant ou décochant ces cases, vous affichez ou masquez les objets correspondants.

Les feuilles : explorer leurs limites

Avec Excel 2010 et Excel 2013, chaque feuille de calcul est composée de 1 048 576 lignes et de 16 384 colonnes. Chacune des feuilles permet donc de gérer (théoriquement) un peu plus de 17 milliards de cellules.

Figure 2–4 Dans n'importe quelle feuille du classeur, Excel définit le plus petit rectangle susceptible de contenir toutes les cellules occupées et dont l'angle supérieur gauche est la cellule A1 : c'est le rectangle actif.

Si un classeur dépasse plusieurs milliers de Ko alors que ce qu'il contient ne le justifie pas, c'est peut-être que certaines cellules situées bien au-delà des tableaux dans lesquels vous travaillez contiennent des données alors qu'elles ne le devraient pas. Le meilleur moyen de le savoir est de repérer la dernière cellule du rectangle actif.

1. Choisissez *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner> Sélectionner les cellules*.
2. Cochez l'option *Dernière cellule* et cliquez sur *OK*.

Les feuilles : des astuces pour les insérer, les supprimer ou les copier

- Pour insérer une feuille de calcul, utilisez le bouton + situé à droite du dernier onglet.
- Pour supprimer une feuille, il suffit de cliquer droit sur son onglet, puis de choisir *Supprimer* dans le menu contextuel. Vous pouvez supprimer plusieurs feuilles en même temps en commençant par faire une sélection multiple avant d'exécuter la commande *Supprimer*.
- Pour copier une feuille, faites un cliquer-glisser latéralement depuis son onglet vers l'emplacement où vous souhaitez la copier en pressant *Ctrl*.

Les feuilles : bien organiser leur affichage

Scinder une feuille de calcul

Vous pouvez figer les premières lignes et les premières colonnes d'une feuille en

choisissant *Figer les volets* dans le menu déroulant du bouton *Figer les volets* que vous trouverez dans le groupe *Fenêtre* de l'onglet *Affichage*. Si un fractionnement était déjà installé, les cellules figées sont celles qui se trouvent à gauche et au-dessus du fractionnement. Si aucun fractionnement n'était installé, Excel fige les volets juste au-dessus et à gauche de la cellule qui était sélectionnée au moment du choix de la commande.

Travailler avec plusieurs feuilles ouvertes simultanément

Pour afficher simultanément plusieurs feuilles, il faut nécessairement réduire la taille de chacune d'elles.

La technique la plus simple consiste à utiliser le bouton *Réorganiser tout*, disponible dans le groupe *Fenêtre* de l'onglet *Affichage*. Le raccourci clavier *Ctrl+F10* (ou *Ctrl+FN+F10*) alterne entre l'état agrandi et restauré de la fenêtre du classeur. Vous pouvez ensuite peaufiner la taille de chaque fenêtre en effectuant des cliquer-glisser à partir de leurs bordures.

Des fenêtres astucieuses pour éviter de trop nombreuses navigations

Lorsque vous travaillez sur un grand tableau et que vous devez souvent aller d'un bout à l'autre, vous perdez beaucoup de temps en allers-retours. Vous pouvez définir des affichages personnalisés qui sont autant de lucarnes sur divers points de votre document et qui peuvent associer zooms et mises en page. Aussi, si vous devez alternativement imprimer votre tableau sous une forme ou sous une autre, vous ne devrez pas modifier vos réglages à chaque fois : il suffira de choisir le nom de l'affichage adéquat.

Définir trois affichages personnalisés :

1. Utilisez les bandes de défilement, les commandes de zoom et de mise en page pour régler l'affichage de votre tableau afin qu'il corresponde au premier affichage souhaité.
2. Choisissez *Affichage>Modes d'affichages>Personnalisés*.
3. Cliquez sur *Ajouter*. Saisissez le nom du nouvel affichage et cliquez sur *OK*.
4. Définissez deux autres affichages. Dans cet exemple, on en a défini trois : une vue d'ensemble, un zoom en début de tableau et un zoom en fin de tableau.

Pour activer l'un des affichages, vous devez retourner dans la boîte de dialogue *Affichages personnalisés* (*Affichage>Modes d'affichages>Personnalisés*), sélectionner l'un des affichages de la liste, puis cliquer sur *Afficher* ou directement double-cliquer sur l'affichage convoité.

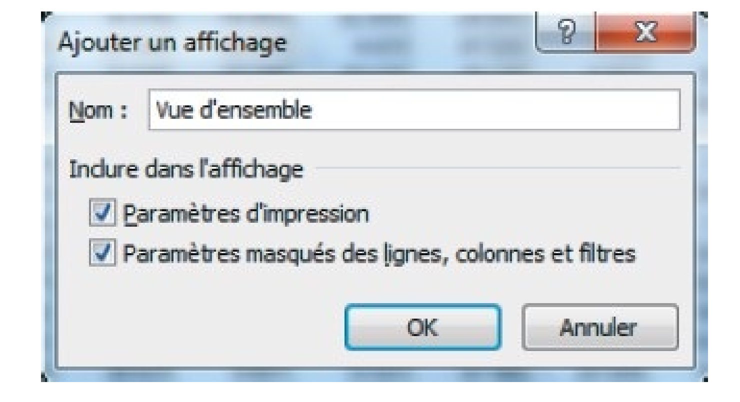


Figure 2–5 Pour définir votre premier affichage, il suffit de lui attribuer un nom dans la boîte de dialogue des affichages personnalisés.

PRODUCTIVITÉ Utiliser la commande Affichages personnalisés

Si vous changez fréquemment d'affichage, passer systématiquement par la boîte de dialogue vous semblera très long. Dans ce cas, vous avez intérêt à ajouter (dans l'onglet *Affichage du ruban*) un accès direct à la liste des affichages personnalisés.

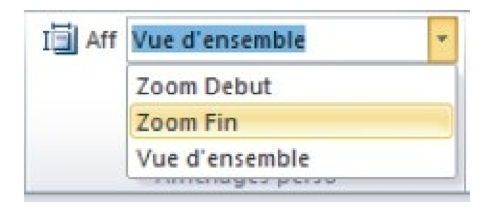


Figure 2–6 La commande Affichages personnalisés (liste) a été installée dans le ruban, au sein du groupe Affichages perso, situé tout au bout de l'onglet Affichage.

Pour supprimer un affichage personnalisé :

1. Choisissez *Affichage>Modes d'affichages>Personnalisés*.
2. Sélectionnez le nom de l'affichage à supprimer et cliquez sur *Supprimer*.
3. Répondez au message d'alerte et cliquez sur *OK*.

Plusieurs fenêtres pour un même classeur

Le multifenêtrage répond à des situations similaires. Le principe est de créer autant de fenêtres que vous souhaitez de lucarnes sur votre classeur.

Pour ouvrir plusieurs fenêtres dans un même classeur :

1. Cliquez autant de fois que vous le souhaitez sur *Affichage>Fenêtre>Nouvelle fenêtre*.
2. Une fois toutes les fenêtres créées, cliquez sur *Affichage>Fenêtre>Réorganiser tout*.
3. Laissez l'option *Mosaïque* sélectionnée et cliquez sur *OK*.

Grâce au zoom, passer d'une vision détaillée à une vision globale

La partie droite de la barre d'état affiche les outils de zoom. Le curseur sert à passer

rapidement de 10 % à 400 %. Les deux boutons + et – assurent une progression par pas de 10 %. Cliquer dans la valeur actuelle du zoom affiche la fenêtre de réglage.

Afficher ou masquer une feuille

Pour masquer une feuille, cliquez droit sur l'onglet de la feuille et choisissez *Masquer*.

Pour afficher à nouveau une feuille masquée :

1 Cliquez droit sur l'un des onglets des feuilles apparentes et choisissez *Afficher*.

2 Dans la boîte de dialogue, choisissez le nom de la feuille à afficher.

Toutefois, si le classeur a été protégé, la commande *Afficher* apparaît grisée et est par conséquent inaccessible. Vous ne pouvez pas afficher les feuilles masquées d'un classeur protégé.

Afficher ou masquer un classeur

Pour masquer un classeur :

1 Activez la fenêtre du classeur à masquer.

2 Cliquez sur *Affichage>Fenêtre>Masquer*.

Pour afficher un classeur masqué :

1 Cliquez sur *Affichage>Fenêtre>Afficher*.

2 Dans la boîte de dialogue, choisissez le nom du classeur à afficher à nouveau.

Lorsqu'on ouvre un classeur masqué, ce dernier est bien chargé en mémoire vive, mais sa fenêtre « n'encombre » pas l'écran. Si vous placez un classeur masqué dans le répertoire de démarrage d'Excel, il s'ouvrira automatiquement à chaque ouverture du logiciel, mais « discrètement » puisque vous ne le verrez pas apparaître à l'écran ; cette caractéristique est intéressante pour les classeurs contenant des macros ou des données d'usage courant, devant être utilisées souvent, mais dont la visualisation n'est pas primordiale.

Pour enregistrer les modifications d'un classeur masqué, cliquez dans la case *Fermer* de la dernière fenêtre ouverte à l'écran. Lorsque la boîte d'alerte apparaît, cliquez sur le bouton *Enregistrer*.

ASTUCE Une fermeture express

Si vous cliquez sur le bouton *Fermer* (coin supérieur droit de la fenêtre) tout en pressant la touche *Maj*, Excel est déchargé de la mémoire vive et, donc, tous les classeurs sont fermés.

Accroître sa productivité

Maîtriser les techniques de navigation et de sélection

Naviguer avec souplesse dans un classeur

Pour naviguer dans votre feuille ou votre classeur, utilisez la souris (sur les bandes de défilement et les onglets) ou les touches de votre clavier. Les deux systèmes offrent des raccourcis et des astuces intéressantes.

Atteindre les extrémités d'une plage de cellules

Si vous double-cliquez sur le bord gauche de la cellule sélectionnée, vous vous retrouvez, dans la même ligne, à l'extrême gauche de la zone remplie. Un double-clic sur son bord droit vous amène à l'extrême droite de la zone remplie, dans la même ligne. Un double-clic sur son bord inférieur ou supérieur joue un rôle similaire, mais verticalement.

Vous pouvez faire la même chose avec le clavier en utilisant *Ctrl* combinée à l'une des touches de direction. Si vous combinez *Ctrl* avec la touche *Début*, vous sélectionnez et affichez la cellule *A1*, mais si vous le faites avec la touche *Fin*, vous sélectionnez et affichez la dernière cellule du rectangle actif.

> **MATÉRIEL Les souris à roulette**
>
> Si vous travaillez avec une souris Microsoft dotée d'une roulette « IntelliMouse », vous pouvez faire défiler les lignes de votre feuille à l'aide de cette dernière.
> Si vous pressez simultanément la touche *Ctrl*, la roulette se transforme en curseur de zoom.
> Dans les options d'Excel (*Fichier>Options*), catégorie *Options avancées*, section *Options d'édition*, vous disposez d'une case *Zoom avec la roulette IntelliMouse*. Si vous la cochez, vous inversez les réflexes de la roulette (sans la touche *Ctrl* elle est curseur de zoom ; avec, elle fait défiler les lignes).

Atteindre les extrémités de la feuille à la souris

Par défaut, le défilement proposé par les bandes de défilement est limité au rectangle actif. Pour atteindre la 1 048 576e ligne, il faut presser la touche *Maj* pendant que vous faites un cliquer-glisser vers le bas à partir du curseur de défilement vertical.

Parcourir rapidement les feuilles d'un classeur

La combinaison des touches *Ctrl* et *Page Prec.* ou *Page Suiv.* active la feuille précédente ou suivante sans nécessiter de cliquer sur les onglets.

Sélectionner rapidement toutes sortes de cellules

Sélectionner toutes les cellules de la feuille

Cliquez sur la case située à l'intersection des têtes de lignes et de colonnes pour sélectionner les 17 milliards de cellules. Cette sélection est à utiliser avec parcimonie. En effet, suivant l'action que vous entreprenez, vous risquez de rapidement saturer la mémoire. En revanche, elle peut s'avérer extrêmement utile lorsque vous souhaitez afficher des lignes ou des colonnes alors que tout est masqué.

PRODUCTIVITÉ Pour les inconditionnels du clavier

Pressez les touches *Ctrl+Maj+Touche de direction droite* pour sélectionner les cellules comprises entre la cellule de départ et celle située à l'extrémité droite de la plage remplie. La logique est la même avec les trois autres touches de direction, mais en sélectionnant vers la gauche, le bas ou le haut.
À partir de la sélection de n'importe quelle cellule d'une plage remplie, pressez les touches *Ctrl+A*. Si vous réitérez l'opération plusieurs fois, la sélection s'étend peu à peu jusqu'à l'ensemble de la feuille.

Sélectionner les cellules selon leur nature

Excel offre une fonctionnalité qui sert à sélectionner toutes les cellules d'une feuille présentant la même caractéristique : contenir une formule, être vide, etc.

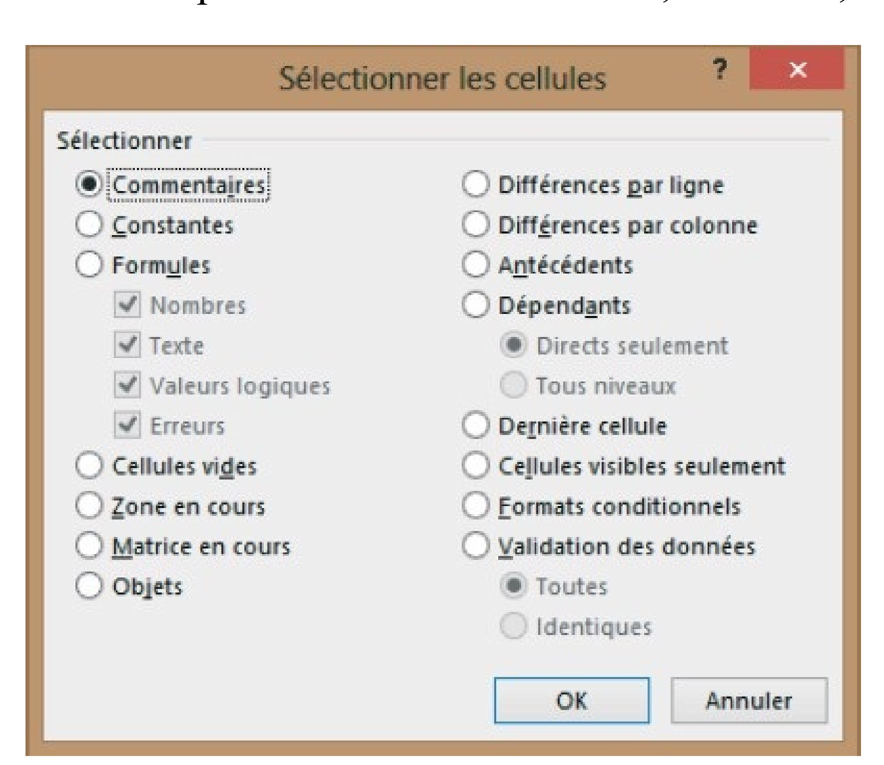


Figure 2–7 À partir de cette boîte de dialogue, vous sélectionnez, par exemple, toutes les cellules contenant un commentaire, ou encore tous les objets installés sur une feuille.

La commande *Sélectionner les cellules* est accessible directement dans le bouton déroulant *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner*. Si, au même endroit, vous choisissez *Atteindre*, vous trouverez, en bas de la boîte de dialogue, un bouton *Cellules* qui vous y conduit également. La commande *Atteindre* se déclenche aussi en pressant la

touche *F5* (ou *FN+F5* si le constructeur de votre ordinateur a réservé la touche *F5* à un autre usage).

Si vous partez d'une cellule unique, Excel lance la sélection thématique dans toute la feuille, mais si vous commencez par sélectionner une plage particulière, Excel limite l'action de la commande à cette plage.

La zone Nom : créer des portes dérobées vers certaines cellules

Excel permet d'attribuer un nom à des cellules isolées, à des plages de cellules contiguës ou non, et même à des valeurs. Vous pouvez ensuite utiliser ces noms dans les formules (à la place des références *A1*, *G6*, etc.), mais vous les trouverez également très pratiques pour sélectionner rapidement certaines plages de cellules.

Donner un nom à une cellule ou une plage de cellules

La technique la plus simple consiste à :

1. Sélectionner la cellule ou la plage à nommer.
2. Saisir le nom dans la *zone Nom* (située à gauche de la barre de formule).
3. Valider votre saisie en pressant la touche *Entrée*.

Le nom que vous attribuez à votre sélection doit respecter une certaine syntaxe. Il ne peut ni commencer par un chiffre, ni contenir d'espaces ou certains caractères spécifiques (virgule, point-virgule, deux-points, etc.). Enfin, il ne doit pas ressembler à une référence de cellule.

Utiliser les noms déjà saisis dans la feuille

Si les noms à définir sont déjà saisis dans les cellules de votre feuille, vous pouvez en profiter pour les attribuer en bloc.

	A	B	C	D	E
1		CA 2007	Inv 2007	CA 2008	Inv 2008
2	*Total*	1 288 543	566 480	1 083 419	369 819
3	*Alsace*	58 858	2 359	71 871	37 450
4	*Aquitaine*	68 763	46 144	97 931	9 806
5	*Auvergne*	47 075	45 467	78 571	22 864
6	*Bourgogne*	44 558	44 347	33 034	13 148
7	*Bretagne*	78 437	51 458	21 263	8 298
8	*Centre*	868	87	90 324	30 996
9	*Champagne-Ardenne*	90 517	32 712	35 593	11 043
10	*Corse*	46 022	20 184	368	229
11	*Franche-Comté*	59 845	31 828	57 776	7 524
12	*Ile de France*	88 708	57 467	59 400	28 279
13	*Languedoc-Roussillon*	95 983	6 254	2 820	2 616
14	*Limousin*	36 005	8 842	69 406	23 079
15	*Lorraine*	88 191	28 587	91 071	17 894
16	*Midi-Pyrénées*	96 534	52 209	29 821	23 232

Figure 2–8 Voici le coin supérieur gauche d'un tableau favorable à ce genre d'opération. La colonne A affiche tous les noms de régions et la ligne 1 contient des libellés désignant la nature des valeurs de chaque colonne. Il faut attribuer le nom Alsace à la plage B3:G3, le nom Aquitaine à la plage B4:G4, le nom CA_2007 à la plage B2:B24, etc. Les étiquettes permettent de réaliser tous ces « baptêmes » en une seule opération.

1 Sélectionnez la plage *A1:G24*.

2 Cliquez sur *Formules>Noms définis>Depuis sélection*.

3 Cochez les cases *Ligne du haut* et *Colonne de gauche*, puis cliquez sur *OK*.

En une seule opération, vous venez d'attribuer 29 noms. Le raccourci clavier correspondant à cette commande est *Ctrl+Maj+F3* (ou *Ctrl+Maj+FN+F3*).

Utiliser le gestionnaire de noms

Dès que vous souhaitez modifier la définition d'un nom ou en supprimer un, vous devez passer par le *Gestionnaire de noms*. Si le cœur vous en dit, vous pouvez également l'utiliser pour créer des noms.

1 Pour créer un nom, soit vous sélectionnez *Formules>Noms définis>Gestionnaire de noms*, puis cliquez sur *Nouveau*, soit vous choisissez directement *Formules>Noms définis>Définir un nom>Définir un nom*. Vous pouvez également presser les touches *Ctrl+Alt+F3* ou *Ctrl+Alt+FN+F3*.

2 Remplissez la boîte de dialogue en saisissant le nom dans la case *Nom*. Pour la case *Fait référence à*, vous pouvez cliquer dans la case, puis naviguer dans votre classeur pour sélectionner directement la cellule ou la plage à nommer.

3 Dans l'option *Zone*, conservez le choix par défaut *Classeur* et cliquez sur *OK*.

SUBTILITÉ Tous les noms n'ont pas la même portée

Par défaut, les noms que vous créez sont des variables globales. Cela signifie qu'ils sont reconnus dans tout le classeur et qu'ils sont uniques. Par exemple, le nom `CA20072009` attribué un peu plus haut à la cellule *I2* est associé à la cellule *I2* de la feuille `Résultat`. Cela signifie que si vous utilisez ce nom depuis une autre feuille, soit dans une formule, soit pour effectuer une sélection, il n'y a aucune ambiguïté, Excel sait qu'il s'agit de la cellule *I2* de la feuille `Résultat`.
Néanmoins, la boîte de dialogue *Nouveau nom* permet d'attribuer un nom à une feuille en particulier (il suffit de modifier le paramètre *Zone*). Dans ce cas, vous pouvez vous retrouver dans un même classeur avec un même nom qui, suivant les feuilles, pourra correspondre à des plages différentes.

Nommer une valeur ou une formule

Si vous souhaitez attribuer un nom, non pas à une cellule ou une plage, mais à une valeur ou une formule, vous devez passer par le *Gestionnaire de noms*.

1 Sélectionnez *Formules>Noms définis>Définir un nom>Définir un nom*.

2 Dans la case *Nom*, entrez `FRANC` ; dans la case *Fait référence à*, saisissez `6,55957`, puis cliquez sur *OK*. Vous pouvez également taper `Total2007` dans la case *Nom*, `=SOMME(CA_2007)` dans la case *Fait référence à* et cliquer sur *OK*.

Par la suite, lorsque `6,55957` ou le résultat de `=SOMME(CA_2007)` doit jouer un rôle dans un calcul, vous pouvez utiliser ces noms pour construire votre formule.

Modifier ou supprimer un nom

Modifier un nom

Vous pouvez modifier soit le nom lui-même, soit ce à quoi il fait référence.

1 Sélectionnez *Formules>Noms définis>Gestionnaire des noms* ou pressez les touches *Ctrl+F3* ou *Ctrl+FN+F3*.

2 Dans la liste, sélectionnez le nom concerné.

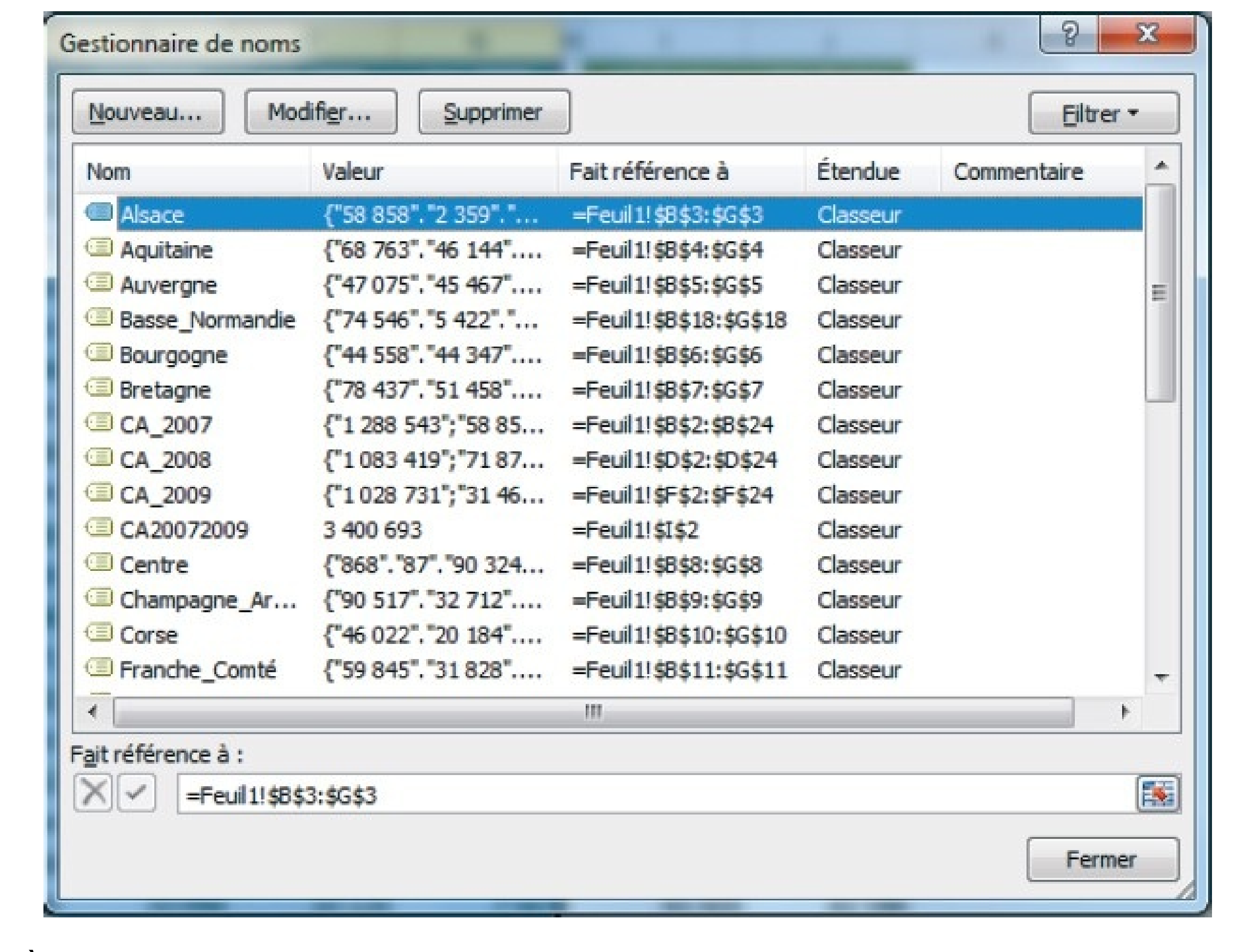


Figure 2–9 À partir du Gestionnaire de noms, vous pouvez faire toutes les opérations pour entretenir la liste des noms : création, modification, suppression, etc.

3 Si vous ne devez modifier que ce à quoi il fait référence, faites-le directement dans la case *Fait référence à* située en bas de la liste. Si la modification convient, cliquez sur la *Racine de validation* (à gauche de la case), mais si elle est erronée, cliquez sur la *Croix d'annulation*. En revanche, si vous devez changer le nom lui-même, il vous faut cliquer sur le bouton *Modifier*, puis sur *OK*.

4 Enfin, cliquez sur *Fermer*.

Supprimer un nom

1 Sélectionnez *Formules>Noms définis>Gestionnaire des noms*.

2 Dans la liste, sélectionnez le nom concerné.

3 Cliquez sur le bouton *Supprimer*. Répondez à la boîte d'alerte.

4 Cliquez sur *Fermer*.

AUDIT EXPRESS Obtenir la liste des noms du classeur actif

Vous pouvez récupérer, en une seconde, la liste de tous les noms attribués dans un classeur.

1. Cliquez dans une cellule en veillant à ce qu'il y ait suffisamment de place à partir d'elle pour accueillir tous les noms du classeur (la liste se construit verticalement sur deux colonnes à partir

de la cellule sélectionnée).
2. Sélectionnez *Formules>Noms définis>Dans une formule>Coller des noms*.
3. Cliquez sur *Coller une liste*.

Utiliser les noms

Tout ceci n'a pas grand intérêt tant qu'on ne met pas en œuvre les noms pour construire des formules ou faire des sélections rapides.

Sélectionner une plage nommée

Même très grande ou constituée de zones disjointes, une plage nommée est sélectionnée rapidement. Il suffit que vous choisissiez son nom à partir de la liste déroulante de la *zone Nom*.

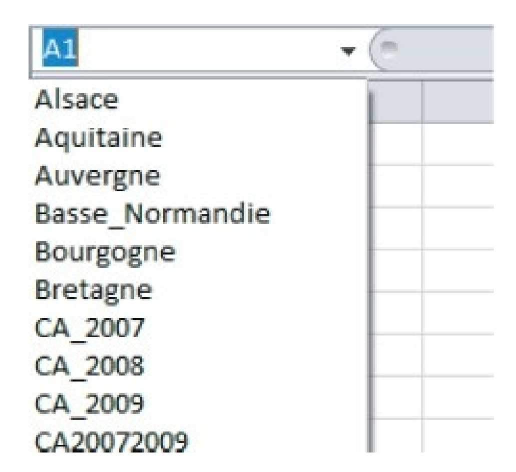


Figure 2–10 À partir de la flèche située à droite de la zone Nom, vous obtenez la liste de tous les noms attribués à des plages de cellules du classeur. Dans cette liste n'apparaissent pas les noms associés à une valeur ou une formule.

Dès que vous choisissez un nom, si ce dernier a une étendue qui est le classeur, Excel active instantanément la feuille sur laquelle se trouve la plage correspondante et sélectionne cette plage.

Utiliser les noms dans les formules

La principale vertu des noms est leur utilisation dans les formules à la place des références standards de type `A1`. Tout d'abord, ils rendent les formules beaucoup plus compréhensibles, ce qui est particulièrement appréciable lorsque vous vous penchez à nouveau sur un tableau après plusieurs mois d'oubli. Ensuite, en désignant des cellules précises, ils facilitent la saisie des formules pour les utilisateurs qui ne sont pas très à l'aise avec les références absolues. Enfin, en utilisant les noms dans les formules, on désigne plus sûrement les plages dont les frontières sont susceptibles d'évoluer.

Pour intégrer un nom à une formule, vous disposez de plusieurs méthodes.

- Pressez la touche *F3* (ou *FN+F3*) : la boîte de dialogue *Coller un nom* apparaît. Choisissez le nom à intégrer à la syntaxe de la formule et cliquez sur *OK*.
- Déroulez le menu *Formules>Noms définis>Dans une formule*. Là, vous pouvez directement choisir un nom ou sélectionner *Coller un nom* pour afficher la boîte de dialogue correspondante. Pour la suite, reportez-vous au point précédent.
- Saisissez directement le nom dans votre formule.
- Cliquez dans la cellule ou la plage correspondante ; si elles ont reçu un nom, c'est ce nom qui sera inséré dans la formule à la place de leur référence de type `A1`.

AUDIT EXPRESS Filtrer les noms

Le *gestionnaire de noms* propose un bouton *Filtre* pour visualiser la liste des noms en fonction de certaines propriétés.
- La première paire de filtres distingue les noms définis pour l'ensemble du classeur de ceux dont la portée est limitée à une feuille.
- La deuxième paire distingue les noms dont les références associées affichent ou contiennent des valeurs d'erreur.
- La troisième paire distingue les noms définis par l'utilisateur de ceux attribués automatiquement par le programme lors de la création d'un tableau structuré.

Astuces de saisie

La barre de formule : entrer dans une cellule par la grande porte

La barre de formule est la voie d'accès au contenu des cellules. Vous y travaillez comme dans un traitement de texte. Vous utilisez les touches de direction et les copier-coller exactement comme dans Word. Les règles de sélection sont également les mêmes que dans Word. Par exemple, pour sélectionner un mot, double-cliquez dessus ou, pour sélectionner une portion de texte, cliquez devant le premier caractère puis derrière le dernier, tout en pressant la touche *Maj*.

PRATIQUE Afficher le résultat ou les formules elles-mêmes

Lorsqu'une cellule contient une formule, on distingue son contenu (la syntaxe de la formule), et son résultat (la valeur qui apparaît dans la cellule). Par défaut, vous voyez les résultats, mais en utilisant le raccourci clavier *Ctrl+"* vous alternez rapidement d'un mode d'affichage à l'autre.

Quelques techniques pour bien travailler dans la barre de formule

- Si, dans la barre de formule, vous sélectionnez une référence et pressez la touche *F9* (ou *FN+F9*), la référence est remplacée par sa valeur. Si vous faites la même chose en ayant sélectionné toute la formule, c'est l'intégralité de la formule qui est remplacée par

sa valeur.

- Si vous souhaitez forcer un retour à la ligne au sein d'une cellule, pressez simultanément les touches *Alt+Entrée*.

CONSEIL Évitez le mode Modification directe

Si vous travaillez en mode *Modification directe*, vous n'êtes pas obligé de passer par la barre de formule pour modifier le contenu d'une cellule. En double-cliquant sur elle, vous pouvez travailler directement dans la cellule.

Or, dans *Fichier>Options>Options avancées>Options d'édition*, vous trouvez une case *Modification directe* qui peut être cochée ou non.

- Le fait de travailler directement dans la cellule n'offre pas que des avantages. En effet, si au cours de la saisie d'une formule vous avez besoin de cliquer dans la cellule située juste à droite, son accès peut être obstrué par la formule en cours de modification.
- Lorsque la case *Modification directe* n'est pas cochée, le double-clic dans une cellule a un effet très différent. Si la cellule contient un texte ou un nombre, il n'a aucun effet, mais si la cellule contient une formule, il devient un outil très intéressant :
  - si la première référence de la formule désigne une cellule située dans la même feuille, Excel fait une sélection multiple de toutes les cellules de la feuille active utilisées dans la formule ;
  - si la première référence de la formule désigne une cellule située dans une autre feuille du classeur, Excel active cette feuille et sélectionne la cellule ;
  - si la première référence de la formule désigne une cellule située dans la feuille d'un autre classeur, Excel active ce classeur et cette feuille, puis sélectionne la cellule. Si le classeur est fermé et si le chemin d'accès indiqué dans la première référence de la formule est correct, Excel ouvre ce classeur et sélectionne la cellule référencée dans la formule.

Lorsque la *modification directe* n'est pas autorisée, le double-clic ne vous permet donc pas de passer en mode *Modifier*. Pour cela, il suffit de sélectionner la cellule, puis de cliquer à l'endroit souhaité dans la barre de formule. Vous pouvez également, une fois la cellule sélectionnée, presser la touche *F2* ou *FN+F2*.

Modifier l'affichage de la barre de formule

Suivant la longueur du contenu de la cellule en cours d'édition, vous pouvez adapter l'aspect de la barre de formule.

Vous pouvez également masquer la barre de formule en décochant la case *Afficher la barre de formule* dans *Fichier>Options>Options avancées>Afficher*.

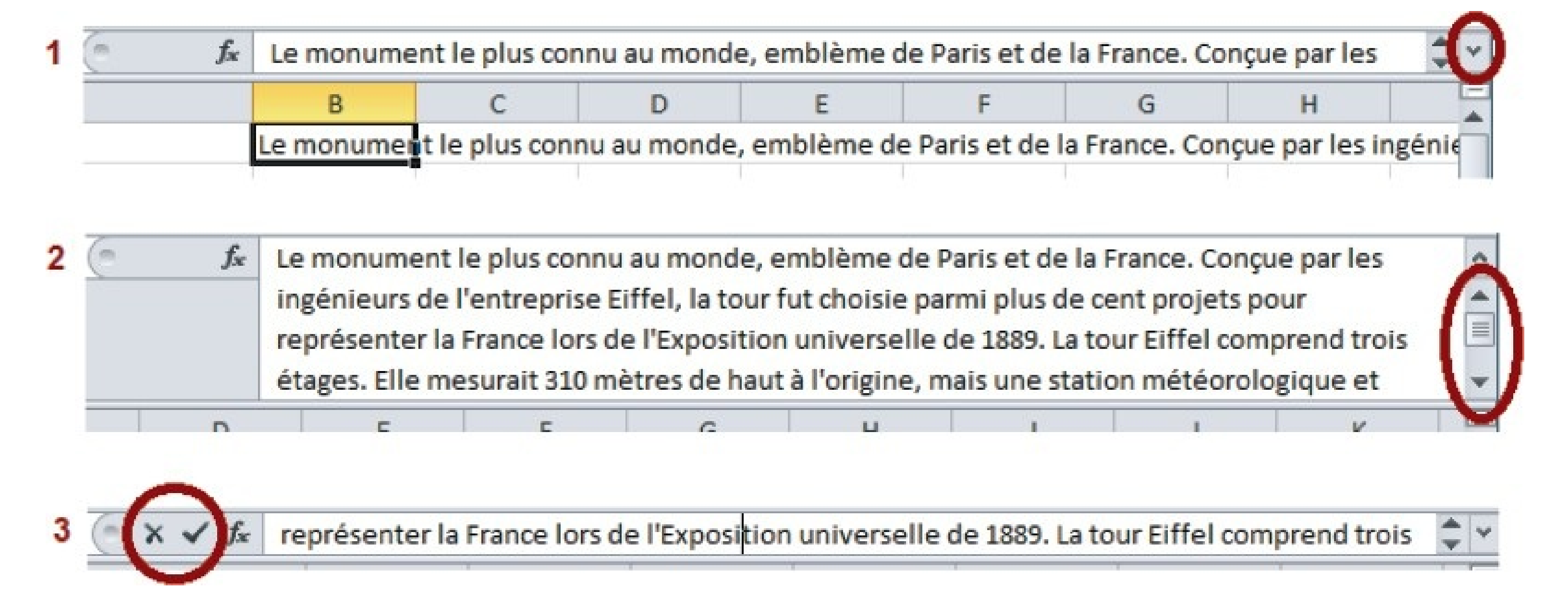


Figure 2–11 Par défaut, la barre de formule s'affiche sur une ligne unique. Si son contenu est long, certaines lignes peuvent être masquées. Utilisez les flèches cerclées de rouge (ou le raccourci clavier Ctrl+Maj+U) pour l'étendre (1) ou naviguer parmi ses lignes (2). Lorsque vous modifiez un contenu, les deux symboles d'annulation et de validation s'affichent sur la gauche (3). Dès que vous validez ou annulez votre modification, ils disparaissent.

Accélérer et sécuriser la saisie

Excel fourmille d'astuces pour vous assister lors des saisies répétitives ou des modifications laborieuses. Voici un petit échantillon des procédures mises à votre disposition pour éviter de vous enliser dans les tâches ingrates.

Comment saisir des dates ?

Quelques raccourcis vous aideront à accélérer la saisie de vos dates. *Ctrl+;* entre automatiquement la date du jour et *Ctrl+:* entre automatiquement l'heure.

> **SAISIE EXPRESS Saisir une date partiellement**
>
> Si la date saisie correspond à l'année en cours, vous pouvez vous contenter de la saisir sous la forme `j/m` (Excel la complète tout seul en ajoutant `/` suivi de l'année en cours). Dans ce cas, c'est le format `jj-mmm` qui est appliqué par défaut.

Pour qu'une date se recalcule à chaque ouverture, enregistrement et calcul du classeur, utilisez la fonction *=AUJOURDHUI()*. Pour avoir également les heures, les minutes et les secondes qui s'adaptent, utilisez la fonction *=MAINTENANT()*. L'ouverture ou l'enregistrement du classeur sont les seuls événements qui déclenchent le calcul de ces fonctions. Pour demander volontairement leur calcul, pressez la touche *F9* (ou *FN+F9*).

> **PERSONNALISER 1930 ou 2030 ?**

En saisissant `1/1/10`, Excel comprend automatiquement `01/01/2010`. Cependant, en saisissant `1/1/30`, vous vous retrouvez avec `01/01/1930`. Quelle est l'année frontière et comment la modifier ? Par défaut, l'année où tout bascule est 1930. Pour choisir une autre année frontière, sélectionnez, sous Windows 7, *Démarrer>Panneau de configuration* (ou, sous Windows 8, *Paramètres>Panneau de configuration* en approchant le curseur du coin inférieur droit de votre écran). Si vous travaillez sous Windows 7, vous pourrez modifier la date « frontière » en accédant à *Horloge, langue et région>Formats>Paramètres supplémentaires>Date>Calendrier* ; sous Windows 8, vous y accéderez via *Date et heure>Changer la date et l'heure>Changer les paramètres de calendrier*.

Créer des plannings

La poignée de recopie offre un raccourci pratique pour créer des séries de dates qui se suivent logiquement (on contrarie cette « déclinaison » en pressant la touche *Ctrl* pendant le cliquer-glisser). Si vous travaillez à partir du bouton droit de la souris, Excel affiche automatiquement un menu en fin de cliquer-glisser. Vous y choisirez, par exemple, de créer une série de jours ouvrés. Si vous ne trouvez pas votre bonheur parmi les options proposées, sélectionnez la commande *Série*.

COMPRENDRE Comment une date est-elle interprétée et stockée ?

Si vous entrez une date quelconque en *A1*, par exemple le `07/10/2008`, vous pouvez lire, à la fois dans la barre de formule et dans votre cellule, `07/10/2008`. Appliquez ensuite à la cellule *A1* le format de nombre *Standard*. Cette fois, vous lisez `39728`. Ce nombre signifie qu'au 7 octobre 2008, 39 728 jours se sont écoulés depuis la date d'origine qui est le 1er janvier 1900. Dans Excel, toute date saisie et validée est immédiatement interprétée comme un nombre de jours écoulés depuis une date d'origine. C'est le format de date appliqué au numéro de série qui le fait apparaître comme une date.

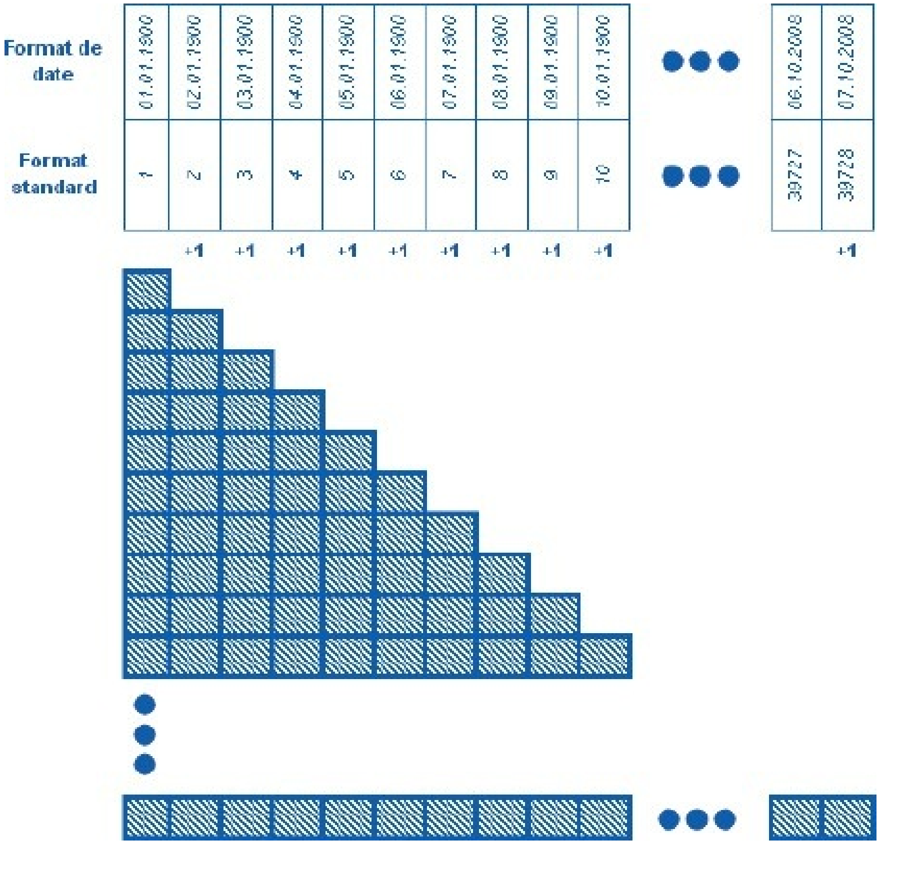


Figure 2–12 Au 1er janvier 1900 à 0 heure, correspond le numéro de série 1. Au 2 janvier 1900 à 0 heure, correspond le numéro de série 2, etc.

On est très souvent amené à calculer le nombre de jours écoulés entre deux dates. Si l'on n'utilise pas la notion de date d'origine, ce genre de calcul peut être très compliqué. Avec les numéros de série, cela revient à faire une simple soustraction entre deux nombres.

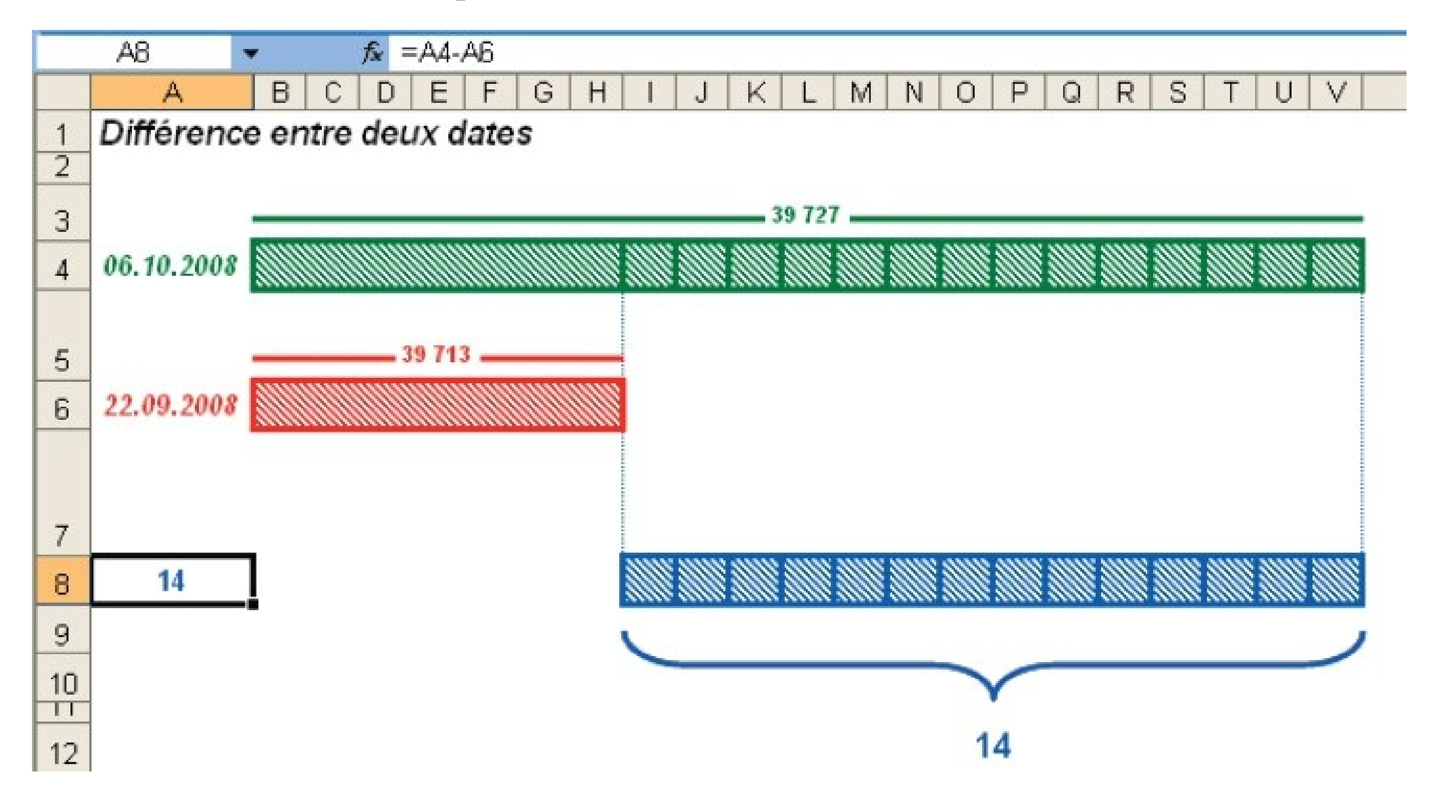


Figure 2–13 En A8, on a la formule =A4-A6 qui renvoie 14, le nombre de jours écoulés entre le 22/09/2008 et le 06/10/2008.

La première version d'Excel, née en 1985, a été conçue pour Macintosh. À cette époque, les concepteurs avaient fixé la date d'origine non pas au 1er janvier 1900, mais au 1er janvier 1904. Lorsqu'en 1987 Excel a été adapté pour les PC, la date d'origine par défaut était le 1er janvier 1900. Du coup, pour assurer une bonne interprétation des dates lors des échanges de fichiers entre les deux environnements de travail, une option a été ajoutée pour que les utilisateurs puissent choisir la date d'origine et que les dates apparaissent correctement.
On la trouve encore aujourd'hui dans *Fichier>Options>Options avancées*, au niveau de la section *Lors du calcul de ce classeur* dans la case *Utiliser le calendrier depuis 1904*.

Comment saisir les heures, les minutes et les secondes ?

Chaque jour est considéré comme une unité. Les heures, elles, sont considérées comme des portions de cette unité. Une heure correspond à une valeur égale à 1/24, soit environ 0,0417.

EN PRATIQUE Comment modifier le format des dates ?

En appliquant le format de date `jj.mm.aa - hh:mm` à une cellule contenant la valeur `39 727,75` on obtient `06.10.08 - 18:00`. Les huit premiers caractères du format (`jj.mm.aa`) s'appliquent à la partie entière (`39 727`) et les cinq derniers (`hh:mm`) s'appliquent à la partie décimale (`75`).
Pour le format des dates, on dispose des trois lettres `j`, `m` et `a`, qui formatent respectivement les jours, les mois et les années. Entre ces lettres ou groupes de lettres, on peut utiliser des espaces ( ), des tirets (`-`), des barres obliques (`/`) ou des points (`.`). Pour les jours, on peut utiliser soit `j` (numéro du jour), soit `jj` (numéro du jour précédé de 0), soit `jjj` (trois premières lettres du jour) soit `jjjj` (nom du jour). `m` pour les mois se décline de la même manière.
Pour le format des heures, on dispose des trois lettres `h`, `m` et `s`, qui formatent respectivement les heures, les minutes et les secondes. Utilisez le séparateur deux points (`:`).

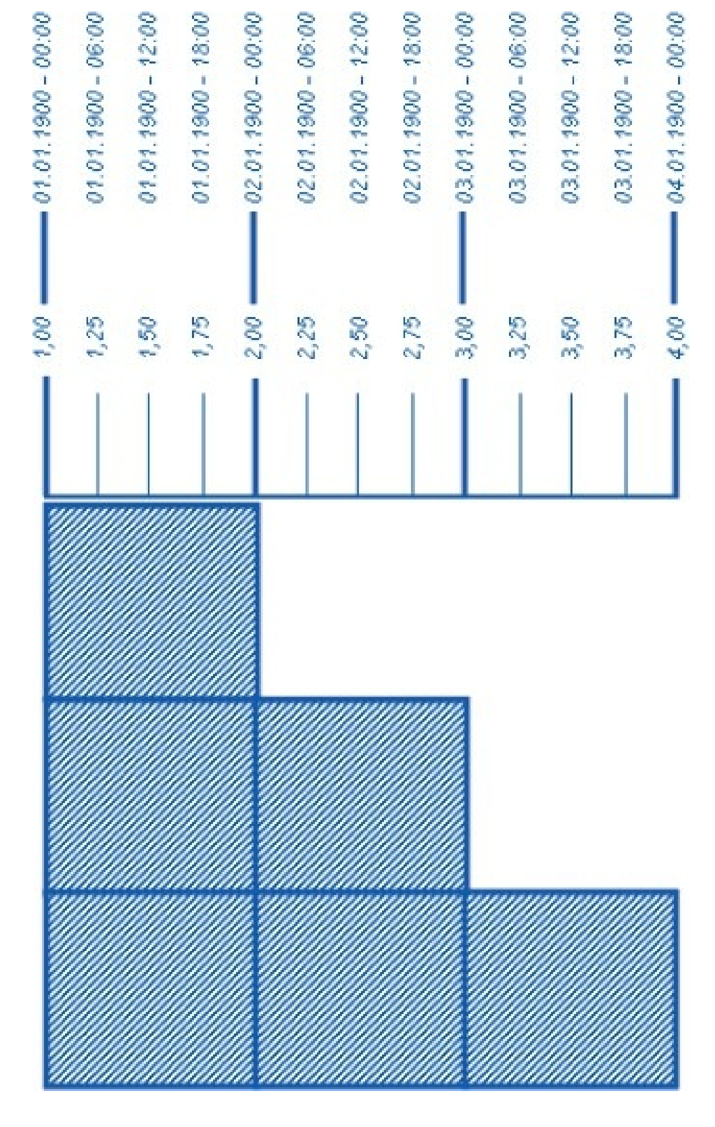


Figure 2–14 La partie entière d'un numéro de série correspond à la date, la partie décimale à l'heure.

Saisir un nombre avec son format

Excel est capable de reconnaître automatiquement certains formats à la saisie.

- Si vous saisissez `300 €`, Excel entre uniquement `300` dans la cellule et utilise le reste de votre saisie comme une indication pour définir un format de nombre. Vous verrez que le format `# ##0 €;[Rouge]-# ##0 €` a été automatiquement appliqué.
- Dans le même ordre d'idée, vous pouvez saisir directement les séparateurs de milliers. En tapant `5 897`, vous appliquez automatiquement le format `# ##0`.

> **OUPS Ça ne marche pas à tous les coups !**
>
> Excel proposant des formats pour afficher les fractions, vous pouvez légitimement penser que taper `1/2` vous permettra d'entrer `0,5` sous sa forme fractionnaire. Or, sans précaution particulière, Excel l'interprétera systématiquement comme le 1er février de l'année en cours. Si vous souhaitez entrer un demi, il faut taper `0 1/2`. Dans ce cas, vous avez bien `1/2` dans votre cellule et le format de nombre `#" "?/?` est appliqué par défaut.

Comment saisir des pourcentages ?

En saisissant `10 %`, Excel comprend bien qu'il s'agit de `0,1` et du format de nombre `0%`. Quand vous saisissez un nombre dans une cellule qui est déjà au format pourcentage, Excel fait apparaître automatiquement un caractère `%` au bout de votre saisie. Cette propriété est pratique car elle vous évite de le saisir vous-même. Néanmoins, elle peut être désactivée en décochant la case *Activer la saisie automatique de pourcentage* dans la section *Fichier>Options>Options avancées>Options d'édition*.

ASTUCE Accélérer la saisie d'une liste de nombres décimaux

Dans certains domaines, comme les professions comptables, vous pouvez être amené à saisir de longues listes de nombres décimaux. Même en ayant une pratique limitée d'Excel, vous avez certainement constaté que ce qui vous fait perdre du temps, c'est la virgule. Vous pouvez éviter cet inconvénient en respectant la procédure suivante.

1. Choisissez *Fichier>Options>Options avancées.*
2. Dans la fenêtre de droite, affichez la section *Options d'édition.*
3. Cochez la case *Décimale fixe* et laissez le paramètre *Place* fixé à `2`.
4. Cliquez sur *OK* pour refermer la boîte de dialogue.
5. Faites votre saisie sans taper la virgule. Par exemple, pour entrer `201,04`, tapez `20104` et validez.

Saisir des nombres en format texte

Si Excel n'affiche pas exactement ce que vous avez tapé, vous pouvez faire précéder votre saisie d'une apostrophe. Dans ce cas, Excel l'interprète comme du texte et la respecte à la lettre. À la validation, l'apostrophe n'apparaît pas dans la cellule.

Le numéro de compte `1234567E020` saisi sans précaution particulière se transforme en `1,23E+26` (« 1,23 fois dix puissance 26 »). Précédé d'une apostrophe, il apparaît bien sous sa forme originale. Vous pouvez également commencer par appliquer à la cellule le format *Texte* (l'une des catégories proposées dans la liste des formats de nombre) et saisir `1234567E020` sans le faire précéder d'une apostrophe.

Saisir des caractères spéciaux

On ne peut pas obtenir tous les caractères à partir du clavier. Si vous avez besoin d'un caractère particulier, choisissez *Insertion>Symboles>Symbole*. Vous disposez également de la fonction *=CAR(Code)* qui renvoie le caractère correspondant au code ASCII indiqué entre parenthèses.

Pour utiliser un code à la saisie, pressez la touche *Alt,* puis sans la relâcher, saisissez-le à partir du pavé numérique en le faisant précéder d'un `0`. Par exemple, pour obtenir directement `‰`, pressez la touche *Alt* et tapez `0137`. Dès que vous relâchez la touche *Alt,* le symbole `‰` apparaît. Cette technique est universelle et, une fois que vous connaissez un code, vous pouvez l'utiliser dans Word, PowerPoint, etc.

Générer des séries automatiques

- Cliquer-glisser à partir de la poignée de recopie d'une cellule contenant une valeur numérique tout en pressant la touche *Ctrl* génère une série de valeurs avec un pas de `1`.
- Cliquer-glisser à partir de la poignée de recopie d'une sélection de deux cellules contenant deux valeurs numériques génère une série de valeurs avec, pour pas, la différence entre les deux premières valeurs.
- Cliquer-glisser à partir de la poignée de recopie d'une sélection de plus de deux cellules contenant des valeurs numériques génère une série de valeurs suivant une régression linéaire calculée à partir de la sélection de départ.
- Cliquer-glisser à partir de la sélection d'une cellule contenant un mélange de texte et de nombre, `Poste 1` par exemple, décline le nombre (il crée `Poste 2`, `Poste 3`, etc.).

Comme pour les dates, la touche *Ctrl* inverse le comportement par défaut d'Excel.

PARAMÉTRAGE Créer et utiliser des listes personnalisées

Excel offre la possibilité de créer vos propres listes. Si vous utilisez régulièrement une liste de villes par exemple, constituez une liste personnalisée à partir d'elles.

1. Entrez la liste sur une feuille de calcul et sélectionnez la plage correspondante.
2. Choisissez *Fichier>Options>Options avancées*, puis au niveau de la section *Général* (presque à la fin de la fenêtre de droite), cliquez sur le bouton *Modifier les listes personnalisées*.
3. Dans la boîte de dialogue suivante, ne modifiez rien et contentez-vous de cliquer sur le bouton *Importer*. Cliquez deux fois sur *OK* pour refermer les deux boîtes de dialogue.

Une fois créées, les séries personnalisées sont disponibles quel que soit le classeur dans lequel vous souhaitez les utiliser (elles ne sont pas liées au classeur à partir duquel vous les avez générées).

Une telle liste peut vous servir à deux choses :

- Saisir rapidement les villes entrées au point 1. En effet, si vous entrez n'importe quelle ville de la liste et cliquez-glissez à partir de la poignée de recopie, vous obtenez votre liste.
- Réaliser des tris ne correspondant ni à l'ordre croissant, ni à l'ordre décroissant (Excel trie selon l'ordre dans lequel les éléments apparaissent dans la liste).

Profiter des saisies semi-automatiques

Lorsque vous commencez une saisie, Excel explore les cellules proches dans la même colonne. S'il reconnaît le début d'un mot, il le complète automatiquement. Si sa proposition vous convient, vous n'avez qu'à presser la touche *Entrée*, sinon, poursuivez normalement votre saisie. Cette fonctionnalité peut être désactivée en décochant la case *Saisie semi-automatique des valeurs de cellule* au niveau de la section *Options d'édition*, accessible par la commande *Fichier>Options>Options avancées*.

Connaître toutes les techniques de validation

Pour valider une entrée quelconque, il suffit bien souvent de passer à la cellule suivante

ou de presser la touche *Entrée*. Toutefois, quelques validations particulières sont utiles dans certaines circonstances.

Tout d'abord, vous pouvez paramétrer le mode de fonctionnement de la touche *Entrée*. Par défaut, si vous l'utilisez pour valider une saisie, vous sélectionnez automatiquement la cellule située juste en dessous. Si vous préférez que la sélection se déplace plutôt vers la droite pour faire vos saisies en ligne, utilisez la touche *Tabulation* ou modifiez les propriétés de la touche *Entrée*. Pour cela, choisissez *Fichier>Options>Options avancées* et, au niveau de la section *Options d'édition*, repérez la case *Déplacer la sélection après validation* et modifiez le paramètre *Sens*. En décochant la case, vous pouvez même éviter tout changement de sélection au moment de la validation.

Si, avant d'entamer votre saisie ou votre modification, vous avez sélectionné une plage de cellules, presser simultanément les touches *Ctrl+Entrée* entrera votre saisie ou votre modification dans l'ensemble des cellules sélectionnées.

Si vous souhaitez valider une formule matricielle, il faut presser simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

Abuser des boutons Répéter et Annuler

Les boutons *Répéter* et *Annuler* ont été installés par défaut dans la barre d'outils *Accès rapide* pour la bonne raison qu'ils sont destinés à être utilisés en permanence.

- Le bouton *Répéter* répète la dernière action d'édition ou de mise en forme. Le raccourci clavier qui lui correspond est *F4* (ou *FN+F4*).
- Le bouton *Annuler* annule la dernière action d'édition ou de mise en forme. Le raccourci clavier qui lui correspond est *Ctrl+Z*. Ce bouton offre également une liste déroulante qui permet de remonter la chaîne des opérations et donc d'annuler une action qui ne soit pas exactement la dernière.

Améliorer la qualité de sa saisie avec la vérification orthographique

Pour effectuer la vérification orthographique, Excel fait référence à un ensemble de mots et de règles liés à une certaine langue. Pour la paramétrer, choisissez *Fichier>Options>Langue*.

Pour bénéficier d'un référentiel supplémentaire, déroulez la liste *Ajouter d'autres langues d'édition*, choisissez la langue souhaitée et cliquez sur *Ajouter*.

Vous pouvez utiliser plusieurs référentiels, mais il y en a toujours un qui est défini par défaut. Pour le modifier, choisissez le nom de la langue souhaitée dans la fenêtre et cliquez sur le bouton *Définir par défaut*.

Lancer une vérification orthographique

1 Pour vérifier toute la feuille, veillez à ce qu'aucune plage ne soit sélectionnée. Au contraire, pour limiter la vérification à une plage spécifique, sélectionnez-la.

2 Choisissez *Révision>Vérification>Orthographe* ou pressez la touche *F7* (ou *FN+F7*). Une boîte de dialogue apparaît offrant de multiples options pour traiter l'erreur repérée.

COMPRENDRE Que faire face à une faute présupposée ?

- S'il s'agit réellement d'une erreur et si l'une des suggestions d'Excel vous convient, sélectionnez-la dans la fenêtre et cliquez sur *Remplacer*. Si cette erreur est récurrente, vous avez tout intérêt à cliquer sur *Remplacer tout*. Ainsi, la modification sera faite dans toute la feuille ou dans toute la sélection. Si vous ne trouvez aucune suggestion convaincante, modifiez directement le terme dans la case *Absent du dictionnaire*.
- Si le terme incriminé est courant dans votre domaine ou a toute sa place dans le document, cliquez sur *Ignorer*. Si vous l'avez utilisé à plusieurs reprises, cliquez plutôt sur *Ignorer tout*. Ainsi, l'acceptation de ce terme sera activée pour toute la feuille.
- En cliquant sur *Ignorer*, vous réglez le problème du document courant, mais si vous utilisez ce terme fréquemment, vous avez tout intérêt à l'ajouter à votre dictionnaire personnel pour qu'à la prochaine vérification orthographique, Excel ne s'arrête pas à nouveau sur ce mot. Pour y parvenir, cliquez sur *Ajouter au dictionnaire*. À l'installation d'Excel, vous disposez d'un dictionnaire personnel par défaut dans lequel vous pouvez ajouter tous les termes de votre choix, toutes langues confondues. Si vous faites un usage fréquent de la correction orthographique et êtes souvent amené à enrichir votre dictionnaire, vous pouvez mieux organiser cette fonctionnalité.

Organiser les dictionnaires personnels

À partir de la boîte de dialogue *Révision>Vérification>Orthographe*, cliquez sur *Options* pour accéder aux paramètres de correction orthographique. Vous pouvez aussi choisir *Fichier>Options>Vérification*, puis cliquer sur le bouton *Dictionnaires personnels*.

- Pour créer un nouveau dictionnaire, cliquez sur *Nouveau*, saisissez le nom du dictionnaire et cliquez sur *Enregistrer*.
- Si un collaborateur a déjà réuni dans un dictionnaire personnel les termes qui vous intéressent, vous pouvez le récupérer. Dans ce cas, cliquez sur *Ajouter* et parcourez les répertoires pour le sélectionner, puis cliquez sur *Ouvrir*.
- Pour supprimer un dictionnaire personnel, sélectionnez son nom dans la liste des dictionnaires et cliquez sur *Supprimer*. Attention, il n'y a pas d'alerte. Donc si vous voulez revenir sur votre geste, cliquez sur le bouton *Annuler* de la boîte de dialogue *Dictionnaires personnels*.
- Pour associer un dictionnaire à une langue particulière, sélectionnez le nom du dictionnaire dans la liste et choisissez une langue dans la liste *Langue du dictionnaire*.
- Pour modifier le contenu d'un dictionnaire personnel, sélectionnez son nom dans la

liste des dictionnaires et cliquez sur *Modifier la liste de mots*. À partir de la boîte de dialogue qui apparaît, ajoutez, supprimez ou modifiez les mots de votre choix.

EN PRATIQUE Faire en sorte que la vérification tienne compte des dictionnaires personnels

Pour qu'Excel prenne en compte la totalité de son référentiel, vous devez veiller à ce que l'option *Suggérer à partir du dictionnaire principal uniquement* soit bien décochée. Vous trouvez cette dernière en choisissant *Fichier>Options>Vérification*, au niveau de la section *Lors de la correction orthographique dans les programmes Microsoft Office*.

Définir les règles de correction orthographique

Pour éviter qu'Excel ne s'arrête à chaque mot, vous pouvez redéfinir les règles de la vérification en modifiant quelques paramètres. Vous accédez à ces paramètres en choisissant *Fichier>Options>Vérification*.

- Pour qu'Excel ne s'arrête pas aux noms propres et aux acronymes, cochez *Ignorer les mots en MAJUSCULES.*
- Pour éviter un arrêt sur les codes, cochez *Ignorer les mots qui contiennent des chiffres*.
- Si votre feuille contient de nombreux chemins d'accès, cochez *Ignorer les chemins d'accès aux fichiers*.
- Si vous voulez qu'Excel signale les mots devant commencer par une majuscule accentuée, cochez *Majuscules accentuées en français*.

EN PRATIQUE Correction automatique

Dans la boîte de dialogue *Orthographe*, vous disposez également d'un bouton *Correction automatique*. Si vous cliquez dessus, Excel affiche la liste des corrections automatiques et met en regard le mot tel qu'il était orthographié au départ et sa syntaxe correcte. Grâce à cela, dès que vous saisirez le mot en commettant la même erreur, Excel la corrigera automatiquement.
Vous accédez également à la boîte de dialogue de *correction automatique* en choisissant *Fichier>Options>Vérification* et en cliquant sur le bouton *Options de correction automatique* dans la fenêtre de droite. Vous pouvez alors modifier les quelques paramètres de correction automatique qui figurent au-dessus de la liste. Les deux premières options règlent les majuscules en début de phrase ou de mot. Pour les affiner, cliquez sur *Exceptions* et complétez la liste des cas pour lesquels ces règles ne doivent pas s'appliquer.
Si Excel corrige des frappes que vous souhaitez conserver inchangées, n'hésitez pas à supprimer de la liste la ligne responsable de cette correction abusive.
Vous pouvez détourner cette fonctionnalité afin de vous en servir comme d'un glossaire. Si vous êtes souvent amené à saisir les mêmes libellés ou les mêmes codes, vous pouvez associer quelques lettres à ces libellés.

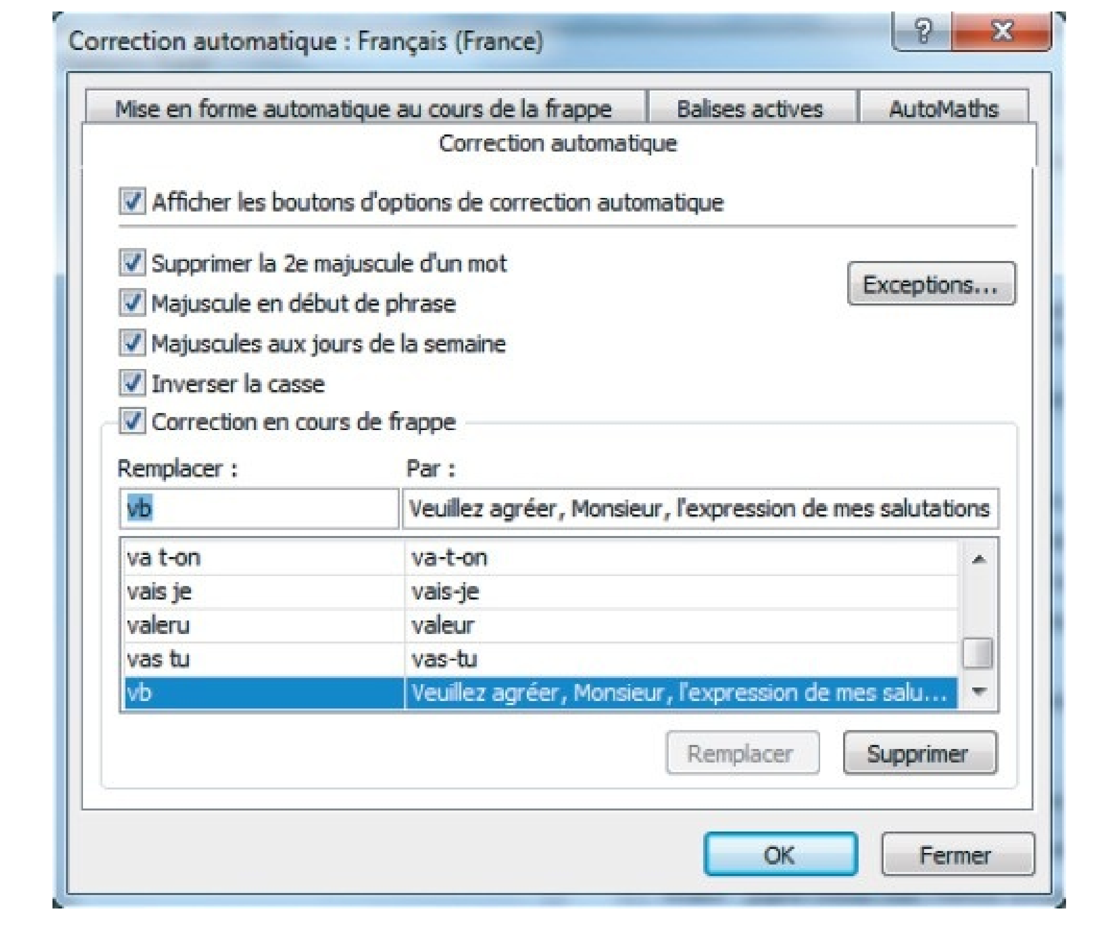


Figure 2–15 Dès que, dans une cellule quelconque, vous tapez vb suivi d'un espace ou d'une pression sur la touche Entrée, votre saisie est instantanément remplacée par la chaîne de caractères « Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées ».

En intervenant sur ces paramètres depuis Excel, vous enrichissez les options équivalentes dans les autres logiciels Office. Vous retrouverez donc les mêmes dictionnaires personnels et règles de correction automatique dans Word, Powerpoint, etc.

Modifier rapidement une saisie avec la commande Remplacer

La commande *Remplacer* est très pratique dès que vous avez besoin de supprimer ou modifier une même chaîne de caractères dans toutes les cellules d'une sélection. Les quelques lignes suivantes décrivent une procédure rapide pour supprimer le mot `Total` d'un ensemble de cellules disséminées dans un grand tableau.

2		A	B	C	D
	1	Région	Année	Nb concerts	Nb pièces
	2	Alsace	2005	2 668	2 343
	3	Alsace	2006	2 013	2 493
	4	Alsace	2007	1 593	1 759
	5	Alsace	2008	1 750	1 407
	6	Alsace	2009	1 345	3 241
–	7	**Total Alsace**		**9 369**	**11 243**
	8	Aquitaine	2005	1 798	2 654
	9	Aquitaine	2006	1 452	1 206
	10	Aquitaine	2007	2 438	1 783
	11	Aquitaine	2008	2 305	2 311
	12	Aquitaine	2009	2 500	2 657
–	13	**Total Aquitaine**		**10 493**	**10 611**
	14	Auvergne	2005	1 348	1 583
	15	Auvergne	2006	1 050	1 086
	16	Auvergne	2007	3 547	1 641
	17	Auvergne	2008	2 782	1 661
	18	Auvergne	2009	2 147	2 575
–	19	**Total Auvergne**		**10 874**	**8 546**

Figure 2–16 À partir de ce tableau, on a inséré des sous-totaux automatiques par région, que l'on souhaite récupérer dans une autre feuille.

1 Cliquez sur le niveau `2` du plan pour n'afficher que les sous-totaux et sélectionnez le tableau (dans notre exemple, la plage *A1:D133*).

2 Choisissez *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner>Sélectionner les cellules*, puis cliquez sur *Cellules visibles seulement*. Seuls les sous-totaux sont sélectionnés.

3 Pressez les touches *Ctrl+C* pour copier les sous-totaux.

4 Activez une nouvelle feuille et pressez les touches *Ctrl+V* pour les coller.

Le tableau récupéré est presque satisfaisant. Il ne reste plus qu'à supprimer la colonne Année qui ne sert plus à rien et à supprimer le texte `Total` devant chaque nom de région. C'est là que la commande *Remplacer* est très efficace.

1 Sélectionnez la colonne *A* et choisissez *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner>Remplacer*. Vous pouvez également presser les touches *Ctrl+H* (les touches *Ctrl+F* affichent la même boîte de dialogue, mais en activant l'onglet *Rechercher*).

2 Dans la case *Rechercher*, tapez `Total` suivi d'un espace et ne tapez rien dans la case *Remplacer par*.

3 Cliquez sur *Remplacer tout*. Excel affiche un message d'alerte indiquant qu'il a procédé à 22 remplacements.

ALLER PLUS LOIN Des rechercher-remplacer sophistiqués

La boîte de dialogue *Rechercher et remplacer* offre des fonctionnalités beaucoup plus élaborées que

celle mise en œuvre dans l'exemple présenté ici.

• La recherche ou le remplacement peut être limité à des textes d'un certain format. Si la mise en forme recherchée est composite, et donc laborieuse à préciser paramètre par paramètre, il vous suffit de cliquer sur *Choisir le format à partir de la cellule*, puis, alors que le curseur a pris l'aspect d'une pipette, de cliquer dans la cellule dotée du format recherché.
• En choisissant *Classeur* dans la liste déroulante *Dans*, vous étendez votre recherche à l'ensemble du classeur.

N'oubliez pas qu'il est possible d'effectuer la recherche soit dans les formules (ce qui apparaît dans la barre de formule), soit dans les valeurs (ce qui apparaît dans les cellules), soit encore dans les commentaires.

Transformer un tableau sans tout recommencer

Lorsqu'on prend le temps de construire un tableau Excel, c'est souvent pour qu'il rende des services sur une longue durée. Ainsi, le tableau risque assez rapidement d'abandonner sa forme originale pour évoluer et se transformer, afin de correspondre, jour après jour, à de nouvelles exigences. Toutes les techniques aidant à réduire le temps passé à ces travaux d'adaptation sont les bienvenues.

Soigner sa copie

Les trois commandes magiques auxquelles on pense instantanément sont bien sûr *Couper*, *Copier* et *Coller* respectivement associées aux raccourcis clavier *Ctrl+X*, *Ctrl+C* et *Ctrl+V*. Toutefois, il y a mille et une façons de les exécuter.

B.A.-BA Quelques principes de base

Après avoir copié une plage, souvenez-vous, au moment de réaliser le collage, qu'il n'est pas nécessaire que la sélection cible ait exactement la même taille que la plage copiée. En effet, il vous suffit de sélectionner la cellule qui figurera dans le coin supérieur gauche de la plage collée. À partir d'elle, Excel sélectionnera de lui-même une plage suffisante pour accueillir toutes les cellules copiées.

Une poignée de recopie pleine de ressources

Si les cellules cibles de votre copier-coller sont contiguës à la cellule source, utilisez la poignée de recopie. Plusieurs options s'offrent à vous.

• Cliquez sur la poignée de recopie de la cellule (elle apparaît sous la forme d'un petit carré noir dans le coin inférieur droit de la cellule) et lorsque le curseur prend la forme d'une croix, cliquez-glissez sur les cellules cibles. Relâchez la souris lorsque le collage est achevé. Vous recopiez à la fois le contenu et le format de la cellule source. Si vous ne souhaitez pas modifier le format des cellules cibles, suivez plutôt la procédure

proposée dans le point suivant.

- Procédez comme dans le point précédent, mais, au lieu d'utiliser le bouton gauche de la souris, utilisez le bouton droit. Lorsqu'en fin de cliquer-glisser vous relâchez le bouton de la souris, Excel propose quelques options dans un menu. Sélectionnez *Recopier les valeurs sans la mise en forme*.
- Si la colonne située juste à gauche de celle dans laquelle vous faites la copie est remplie jusqu'à une certaine ligne, vous pouvez encore procéder autrement : double-cliquez sur la poignée de recopie de la cellule. Excel recopie tout seul la cellule en s'arrêtant exactement au niveau de la dernière ligne repérée dans la colonne précédente.

Le collage spécial du lendemain

Si vous faites un copier-coller tout simple, vous collez tous les paramètres des cellules copiées (contenus, formats, commentaires, etc.). À l'issue d'un tel collage, il arrive parfois que vous regrettiez de ne pas avoir été plus sélectif. Vous pouvez toujours annuler votre collage pour tenter un collage spécial, mais, si vous voyez surgir un bouton dans le coin inférieur droit de votre sélection, il n'est nul besoin de passer par là. Les principales options du collage spécial sont là et elles prendront le pas sur votre collage « brut » initial. Si ce bouton n'apparaît pas, c'est sans doute que la case *Afficher le bouton Options de collage lorsqu'un contenu est collé* a été décochée. Vous la trouverez dans *Fichier>Options>Options avancées*, au niveau de la section *Couper, copier et coller*.

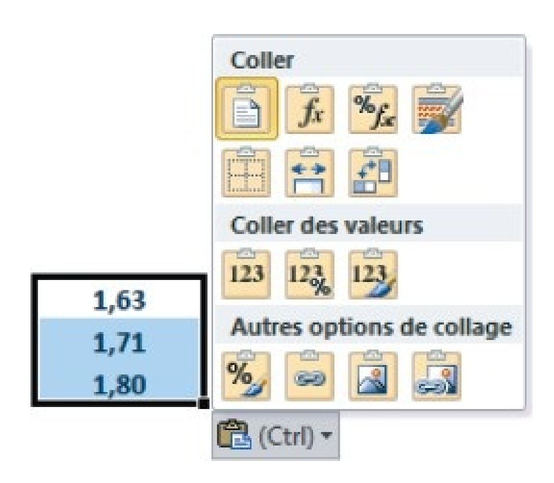


Figure 2–17 Si vous cliquez sur la petite flèche du bouton apparu à l'occasion de votre collage, vous disposez des principales options du collage spécial. Si vous ne souhaitez pas en faire usage, pressez la touche Échap pour le faire disparaître.

À SAVOIR Pour les inconditionnels du clavier

Pour recopier le contenu d'une cellule dans plusieurs cellules contiguës (situées à droite de la cellule à recopier), sélectionnez à la fois la cellule à recopier et les cellules cibles, puis pressez les touches *Ctrl+D*. Vous pouvez également récupérer le contenu de la cellule située juste à gauche de la cellule sélectionnée en pressant les touches *Ctrl+D*. Le raccourci *Ctrl+B* fonctionne exactement

comme *Ctrl+D*, mais en travaillant verticalement et non plus horizontalement.

Une souris capable de déplacer les plages

Quand vous survolez une plage sélectionnée, le curseur prend plusieurs aspects différents :

- une croix épaisse et blanche tant que vous êtes à l'intérieur de la sélection ;
- une croix fine et noire dès que passez au-dessus de la poignée de sélection ;
- une flèche lorsque vous suivez les bords de la sélection.

Lorsqu'il a la forme d'une flèche, vous pouvez déplacer ou dupliquer le bloc par cliquer-glisser. Si votre curseur refuse obstinément de prendre la forme d'une flèche lorsque vous survolez le bord de votre sélection, c'est certainement que l'option *Glissement-déplacement de la cellule* est décochée. Vous y remédiez en choisissant *Fichier>Options>Options avancées*, puis en affichant la section *Options d'édition* et en cochant l'option correspondante.

Déplacer une plage

1. Sélectionnez la plage de cellules à déplacer.
2. Cliquez-glissez à partir d'un de ses bords vers la plage de destination.
3. Pendant le cliquer-glisser, un rectangle « fantôme » matérialise le nouvel emplacement de la plage. Lorsqu'il correspond à la plage de destination, relâchez le bouton de la souris.

Si la plage cible contenait déjà des données, un message d'alerte apparaît pour vous demander si vous souhaitez réellement écraser les données des cellules de destination. Si le message de sécurité n'apparaît pas, c'est sans doute qu'il a été neutralisé dans *Fichier>Options>Options avancées*. Vous trouverez la case *Alerte avant remplacement* au niveau de la section *Options d'édition*. Quoi qu'il arrive, vous disposez toujours de la commande d'annulation.

Dupliquer une plage

1. Sélectionnez la plage de cellules à dupliquer.
2. Cliquez-glissez à partir d'un de ses bords vers la plage de destination tout en pressant la touche *Ctrl*.
3. Pendant le cliquer-glisser, un rectangle « fantôme » matérialise le nouvel emplacement de la plage. Lorsqu'il correspond à la plage de destination, veillez à bien relâchez le bouton de la souris avant de relâcher la pression sur la touche *Ctrl*.

Un collage spécial puissant

Déjà évoqué à plusieurs reprises au cours de cette section, le collage spécial sert à coller la sélection en réglant précisément chaque paramètre. Notez bien qu'il est disponible après avoir copié une plage, mais jamais après l'avoir coupée. Pour y accéder, plusieurs procédures s'offrent à vous.

Vous pouvez dérouler le bouton *Accueil>Presse-papiers>Coller* et sélectionner l'option de collage spécial qui vous convient. Vous disposez également de l'intégralité des options au sein de la boîte de dialogue complète (*Accueil>Presse-papiers>Coller>Collage spécial*). C'est surtout le fait de pouvoir associer une opération qui confère au collage spécial toute sa puissance.

EN PRATIQUE Figer les formules

Lorsque vous souhaitez remplacer une formule par son résultat, plusieurs solutions s'offrent à vous. S'il ne s'agit que d'une formule, ou même d'une portion de formule, sélectionnez le morceau de la chaîne de caractères impliquée à partir de la barre de formule, puis pressez la touche *F9* (ou *FN+F9*) ou choisissez *Formules>Calcul>Calculer maintenant*. S'il s'agit de plusieurs cellules, mieux vaut passer par le collage spécial. Dans ce cas :

1. Sélectionnez la plage contenant les formules à figer.
2. Pressez les touches *Ctrl+C* et conservez la même sélection.
3. Déroulez *Accueil>Presse-papiers>Coller*, puis cliquez sur le premier bouton du groupe *Coller des valeurs*.

ASTUCE Appliquer une transformation identique à toutes les valeurs d'une plage

Vous avez construit un tableau avec des valeurs en milliers d'euros. À l'issue de votre travail, vous souhaitez afficher les valeurs du tableau original en euros. Imaginons que vous ayez travaillé toute la journée et que votre tableau soit déjà relié à de nombreux classeurs qui en utilisent les valeurs. Pour ne pas remettre en cause tous ces liens, vous souhaiterez sans doute réaliser cette métamorphose sans passer par un tableau intermédiaire.

1. Entrez `1 000` dans une cellule quelconque (mais vide, évidemment). Dans l'exemple proposé, il s'agit de *G2*.
2. Copiez la cellule dans laquelle vous venez d'entrer `1 000`.

B2		f_x	99804,785			
	A	B	C	D	E	F	G

	A	B	C	D	E	F	G
1	en M€	Secteur Nord	Secteur Ouest	Secteur Sud	Secteur Est		
2	Janvier	99 805	95 643	86 222	37 330		1000
3	Février	98 645	60 096	92 911	77 539		
4	Mars	85 268	54 901	9 526	44 241		
5	Avril	8 856	69 505	99 104	2 488		
6	Mai	31 740	4 055	8 292	86 289		
7	Juin	37 592	99 907	59 395	28 715		
8	Juillet	91 635	56 349	59 062	85 584		
9	Août	26 910	3 574	49 820	50 016		
10	Septembre	9 377	49 451	14 054	73 814		
11	Octobre	57 548	17 916	97 727	45 577		
12	Novembre	49 438	42 757	53 185	65 071		
13	Décembre	62 890	33 540	98 427	63 834		

Figure 2–18 Les valeurs de ce tableau ont été saisies en milliers d'euros. La valeur 1 000 a été entrée en G2 pour procéder à la métamorphose désirée.

3. Sélectionnez la plage à transformer (dans notre exemple *B2:E13*).
4. Sélectionnez *Accueil>Presse-papiers>Coller>Collage spécial* et cochez les options *Valeurs* (pour ne pas écraser les formats du tableau) et *Multiplication*. Puis cliquez sur *OK* pour valider votre collage spécial.

Toutes les cellules du tableau ont été multipliées par 1 000.

DÉPANNAGE Une transposition opportune

Si vous vous apercevez que vous êtes en train de construire votre tableau dans le mauvais sens, c'est-à-dire que vous inverseriez volontiers les lignes et les colonnes, ne repartez pas de zéro, mais utilisez plutôt la transposition.

1. Sélectionnez votre tableau.
2. Copiez-le.
3. Sélectionnez une cellule vide en veillant à ce qu'elle représente le coin supérieur gauche d'une plage suffisamment grande pour recevoir votre tableau inversé.
4. Sélectionnez *Accueil>Presse-papiers>Coller>Collage spécial* et cochez la case *Transposé*, puis cliquez sur *OK* pour valider votre collage spécial.

Effacer, supprimer, insérer des cellules

Effacer et *Supprimer* n'ont pas le même effet. Lorsque vous effacez une cellule, vous la videz, mais vous ne la supprimez pas physiquement. Lorsque vous supprimez, la plage de cellules disparaît ; c'est pourquoi Excel demande dans quel sens il doit décaler les cellules restantes (vers le haut ou vers la gauche).

Effacer des cellules

Pour effacer une cellule, vous disposez de plusieurs méthodes.

- Tout d'abord, vous pouvez effacer partiellement le contenu d'une cellule. Dans ce cas, il faut cliquer dans la barre de formule, sélectionner la chaîne de caractères à effacer et presser la touche *Effacement arrière*.
- Pour effacer complètement une cellule, sélectionnez-la et pressez la touche *Suppr*. Procédez exactement de la même manière pour une plage de cellules. Avec cette touche, vous effacez uniquement le contenu. Si la cellule était dotée d'un format particulier, elle le conserve.
- Pour effacer complètement une cellule (contenu, formats et même les commentaires ou règles de validation qui pourraient lui être associés), il faut choisir *Accueil>Édition>Effacer>Effacer tout*.

La liste déroulante *Accueil>Édition>Effacer* offre un éventail d'options permettant d'effacer les paramètres de la sélection de manière ciblée (n'effacer que les formats ou que les commentaires).

> **À SAVOIR Cellules solidaires**
>
> Si vous travaillez avec des formules matricielles et essayez d'en effacer ou d'en modifier une partie, un message d'alerte vous avertit : `Impossible de modifier une partie de matrice`. Si vous avez tenté une saisie, le message apparaîtra en boucle tant que vous n'aurez pas cliqué dans la *croix d'annulation*, à gauche de la *barre de formule*.

Supprimer des cellules

Sélectionnez la plage correspondant à ce que vous souhaitez supprimer, puis cliquez droit et sélectionnez *Supprimer* dans le menu contextuel.

Si votre sélection ne correspond ni à des lignes, ni à des colonnes entières, une boîte de dialogue apparaît vous demandant dans quel sens vous souhaitez décaler les cellules (pour boucher le « trou » virtuel créé par votre suppression !).

En passant par le ruban (*Accueil>Cellules>Supprimer*), vous avez accès à des options supplémentaires qui vous permettent, même à partir d'une sélection partielle, de supprimer l'intégralité des lignes ou des colonnes correspondantes.

> **COMPRENDRE Explosion de #REF!**
>
> Si après une suppression, vous voyez surgir `#REF!` un peu partout, c'est sans doute que vous venez de supprimer des cellules dont le contenu était utilisé dans des formules de votre feuille. Dans ce cas, pressez immédiatement les touches *Ctrl+Z* ou cliquez sur le bouton *Annuler* de la barre d'outils

Accès rapide afin d'étudier ces liens et de faire une suppression moins ambitieuse ou de commencer par rompre les liaisons.

Supprimer des lignes non contiguës

Si vous travaillez avec des listings très longs (plusieurs milliers de lignes) et désirez nettoyer toutes les fiches correspondant à un certain critère, vous pouvez filtrer la liste pour ne plus faire apparaître que les fiches à supprimer, puis tout sélectionner et demander la suppression des lignes. Même si vous avez l'impression que toutes les lignes de votre listing sont sélectionnées et que, de ce fait, elles vont toutes disparaître, il n'en est rien. En demandant, après la suppression, l'affichage de toutes les lignes, vous pourrez constater que le nettoyage a été fait correctement.

ASTUCE Supprimer une colonne sur deux

Pour supprimer une colonne sur deux, on ne peut pas utiliser l'astuce du filtre mise en œuvre pour les lignes. Néanmoins, vous parviendrez à un résultat rapide en quelques étapes.
Bien entendu, cette procédure n'est à suivre qu'en cas de très grand tableau. Si votre modèle fait dix colonnes, supprimez la première colonne, puis sélectionnez chacune des quatre autres colonnes et pressez les touches *Ctrl+Y* ou encore *F4* ou *FN+F4* à chaque fois.

1. Insérez deux lignes au-dessus de votre tableau.
2. Dans la première ligne, entrez une série du type `1`, `2`, `3`, etc.
3. Dans la deuxième ligne, saisissez d'abord `1`, puis `2` dans la cellule suivante. Sélectionnez les deux cellules et cliquez-glissez vers la droite en pressant la touche *Ctrl*.
4. Demandez un tri des colonnes de votre tableau en fonction de la deuxième ligne.
5. Toutes les colonnes à supprimer se trouvent de ce fait regroupées. Sélectionnez-les et supprimez-les (comme vous pouvez le faire pour n'importe quel groupe de colonnes contiguës).
6. Demandez un tri des colonnes de votre tableau en fonction de la première ligne. Vous retrouvez l'ordre initial, moins les colonnes supprimées.

Limiter la taille d'un classeur

Un classeur qui a subi maintes et maintes transformations peut afficher un poids important non justifié par son contenu réel. Dans ce cas, utilisez la recherche de la dernière cellule pour vérifier que la cellule repérée par Excel ne définit pas un rectangle actif surdimensionné. Si c'était le cas, repérez vous-même la dernière cellule et supprimez les lignes et les colonnes superflues. Enregistrez votre classeur. Si, à l'issue de votre enregistrement, vous constatez que le curseur des bandes de défilement vous amène moins loin que précédemment, c'est que votre classeur ne garde plus en mémoire des quantités de cellules inutiles et que son poids a certainement été réduit.

Insérer des cellules

Pour insérer des cellules, sélectionnez la plage correspondant à la taille de celle que vous souhaitez insérer, puis cliquez droit et sélectionnez *Insérer* dans le menu contextuel.

Si votre sélection ne correspond ni à des lignes, ni à des colonnes entières, une boîte de dialogue apparaît vous demandant dans quel sens vous souhaitez décaler les cellules pour créer l'espace nécessaire à votre insertion. Pour déclencher l'insertion, vous pouvez également presser simultanément les touches *Ctrl+Maj+=*.

En passant par le ruban (*Accueil>Cellules>Insérer*), vous avez accès à des options supplémentaires qui vous permettent, même à partir d'une sélection partielle, d'insérer des lignes ou des colonnes entières.

PRODUCTIVITÉ Plusieurs lignes d'un coup

Pour insérer plusieurs lignes d'un coup, commencez par sélectionner autant de têtes de lignes que de lignes à insérer.

Intervertir des colonnes

Si vous devez modifier l'ordre des colonnes d'un tableau, utilisez la touche *Maj*. Grâce à elle, vous réorganisez votre tableau en un clic.

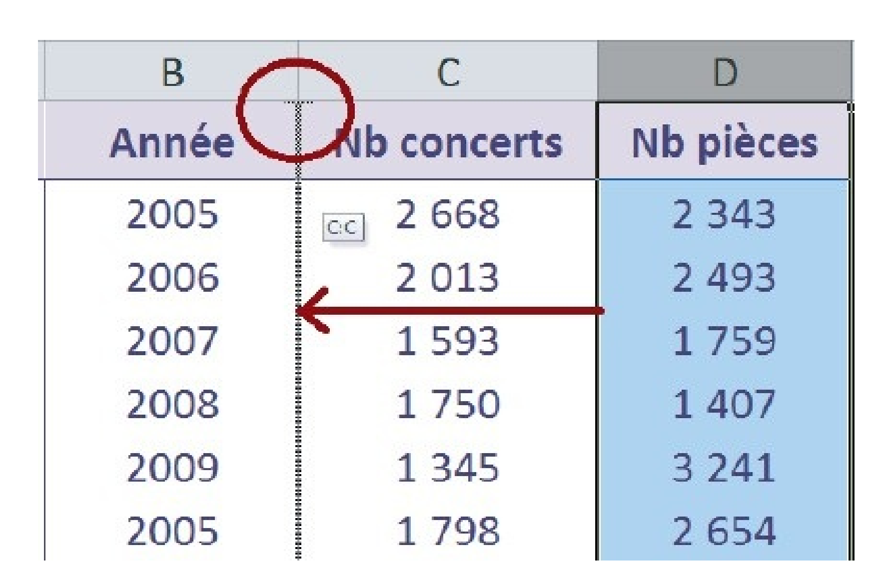


Figure 2–19 Dans cet exemple, on souhaite placer la colonne Nb pièces avant la colonne Nb concerts.

1 Sélectionnez la colonne *D*.
2 Cliquez-glissez depuis le bord de cette sélection (attention, ne vous placez pas sur la tête de colonne, mais dans la feuille) jusqu'à la droite de la colonne *B* en pressant la touche *Maj*. Avant d'entreprendre votre cliquer-glisser, le curseur doit prendre l'aspect d'une flèche. Grâce à la touche *Maj*, le « fantôme » de la sélection, au lieu de prendre l'aspect d'un rectangle, adopte la forme d'un « i » majuscule. Si ça n'était pas le cas, prenez bien garde de presser la touche *Maj* et non la touche *Verrouillage majuscule*.
3 Lorsque le « i » majuscule apparaît entre les colonnes *B* et *C*, lâchez le bouton de la

souris en faisant bien attention à ne relâcher la touche *Maj* qu'après coup.

> **EN PLUS Dupliquer et insérer des colonnes**
>
> Pour réaliser le même genre de manœuvre, mais en laissant la colonne à sa place originale, pressez la touche *Ctrl* en même temps que la touche *Maj*.

Mettre en forme un tableau

Sous cet intitulé, nous allons aborder des sujets aussi variés que la mise en couleurs d'une cellule, la définition du format d'un nombre, le réglage des marges d'impression, ou encore la mise en place d'une protection. Pour réaliser la plupart de ces transformations, les procédures à mettre en œuvre sont simples et intuitives ; nous nous limiterons donc aux aspects techniques et délicats.

> **MÉTHODOLOGIE Définir les paramètres du classeur avant ceux de la cellule**
>
> Le thème actif ou les styles sont définis au niveau du classeur. Si vous appliquez une couleur du thème ou un style à une cellule, il est important que ces derniers aient été correctement définis dans un premier temps, car toute modification ultérieure serait susceptible de remettre en cause les mises en forme effectuées sur la cellule.
> Si vous souhaitez éviter de perdre du temps en allers-retours inutiles, il est préférable de définir les paramètres de mise en forme du classeur (thème actif, styles), avant d'aborder ceux de la feuille (mise en page, arrière-plan), pour terminer par la mise en forme des cellules.

Le classeur : bien gérer son thème

Dès que vous souhaitez appliquer une couleur à un objet ou une cellule, vous avez le choix entre une couleur du thème, une couleur standard ou… des millions de couleurs ! Lorsque vous la découvrez, cette profusion de catégories peut être déroutante. Pour être sûr d'effectuer votre choix dans la bonne et éviter de perdre trop de temps en modifications ultérieures, il est fondamental de bien comprendre la notion de thème.

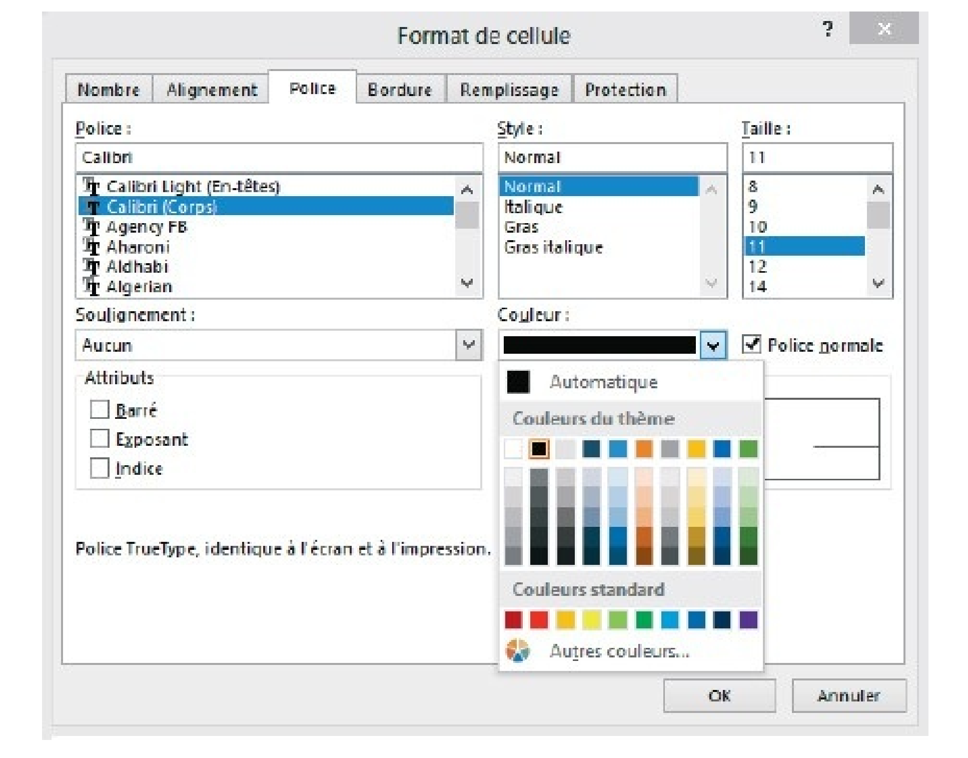


Figure 2–20 Les caractères, comme la plupart des objets que vous rencontrez dans Excel, peuvent être colorés en utilisant une couleur du thème, l'une des dix couleurs standards ou encore une couleur quelconque choisie parmi les millions disponibles.

Le thème actif est la charte graphique de votre classeur

Chaque classeur est bâti sur un thème : le thème actif. Il s'agit de douze couleurs réunies dans une palette et destinées à jouer un rôle particulier (arrière-plan, accentuation, lien hypertexte, etc.). Pourquoi faudrait-il inciter les utilisateurs à choisir leur couleur dans cette palette quand ils peuvent à tout moment choisir parmi des millions de couleurs ?



Figure 2–21 Dans la palette, les couleurs se voient attribuer une place précise. En fonction de cette place, elles sont affublées du nom correspondant.

Pourquoi privilégier les couleurs du thème ?

L'objectif est double. Tout d'abord, un thème garantit une certaine harmonie, car il associe des couleurs pouvant être juxtaposées sans heurter l'œil du lecteur. Ensuite, il autorise une refonte complète et rapide de toute la mise en forme d'un classeur. À tout moment, vous pouvez changer de thème et obtenir une métamorphose totale et instantanée du classeur, chaque nouvelle couleur remplaçant la couleur équivalente du thème précédent, en fonction de sa position dans la palette.

À SAVOIR Des dégradés discrets

Vous pouvez installer un dégradé en fond de cellule, mais l'option n'est pas disponible depuis le bouton déroulant *Accueil>Police>Couleur de remplissage*. En revanche, si vous affichez le dialogue *Format de Cellule*, le bouton *Motifs et textures* de l'onglet *Remplissage* sert à créer des dégradés bicolores. Pour aller plus loin, consultez l'aparté « Des dégradés plus riches » à la fin du chapitre 1.

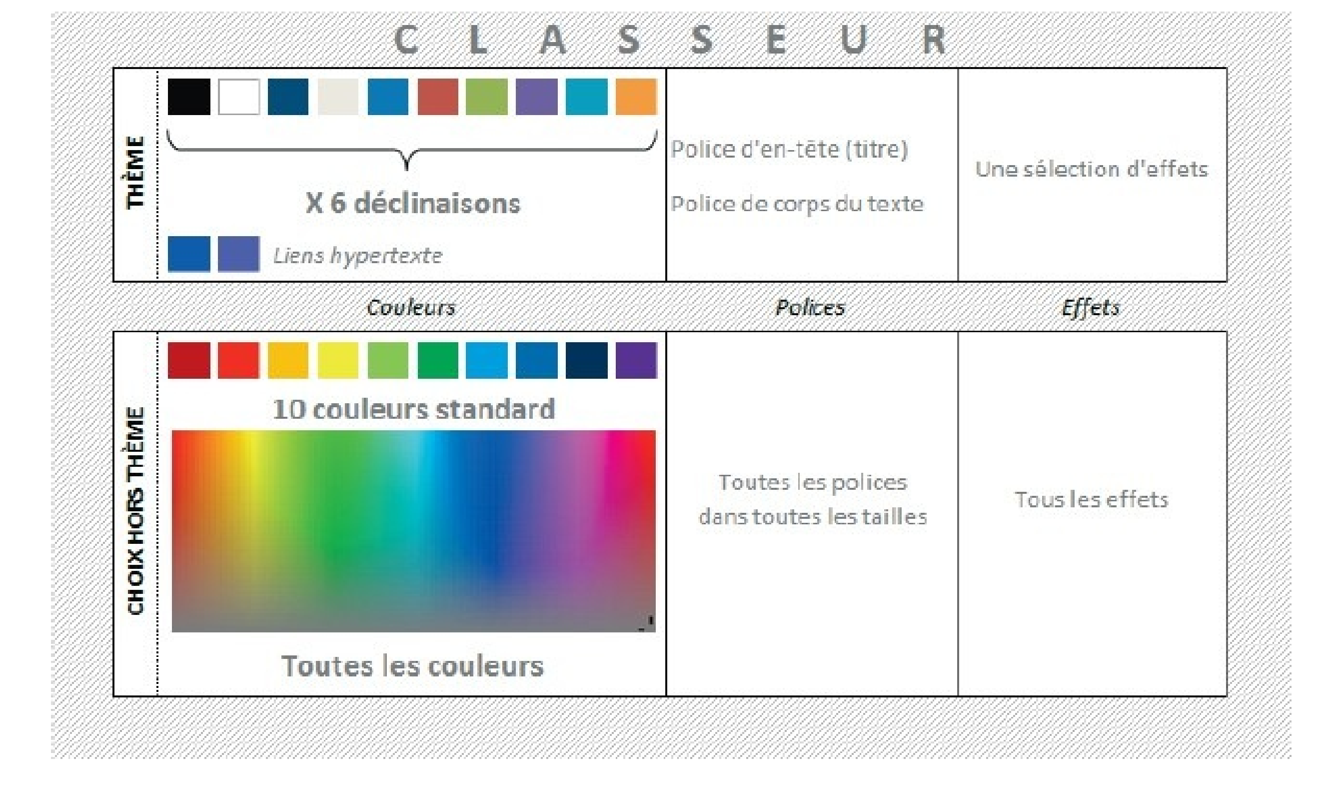


Figure 2–22 Lorsque vous effectuez votre mise en forme, soit vous cantonnez vos choix aux paramètres du thème (premier tableau), soit vous allez piocher à l'extérieur (deuxième tableau). Les deux solutions ont leurs avantages et leurs inconvénients.

Pour être tout à fait exact, il faut préciser qu'un thème réunit non seulement douze couleurs, mais aussi deux polices et des effets graphiques.

Un thème, c'est une palette de couleurs mais aussi deux polices et des effets

On distingue une police de titre (ou d'en-têtes) et une police destinée au corps du texte. Il peut s'agir, soit de la même police dans deux tailles différentes, soit de deux types de caractères distincts. La police du corps du texte associée au thème Office est *Calibri 11*. C'est donc la police que vous allez retrouver dans chaque cellule, à moins que vous n'ayez explicitement choisi une police différente dans la liste déroulante des polices du ruban (*Accueil>Police>Police*).

Vous pouvez également définir la police par défaut utilisée par Excel dans tous les nouveaux classeurs grâce à la commande *Fichier>Options>Général>Lors de la création de classeurs>Toujours utiliser cette police*.

Les effets regroupent un ensemble de subtiles variations destinées à embellir les formes et les graphiques insérés dans votre classeur. Si votre feuille de calcul ne contient ni forme ni image, les effets ne vous seront d'aucune utilité.

Changer de thème

Pour choisir un nouveau thème, déroulez *Mise en page>Thèmes>Thèmes* et sélectionnez la vignette correspondant à votre choix. Si vous ne trouvez pas votre bonheur dans cette

liste, vous pouvez créer un nouveau thème.

> **ERGONOMIE Thèmes propres à Office et thèmes personnalisés**
>
> La liste déroulante réunit les thèmes disponibles par défaut dans la plupart des applications Office et des thèmes spécifiques, définis par l'utilisateur. Ces derniers apparaissent dans la rubrique *Personnalisé*.
> Lorsque vous survolez cette liste, l'aperçu instantané rend compte immédiatement de l'effet obtenu. Pour que l'application du thème soit réelle, vous devez le sélectionner. Vous remarquerez que les couleurs mises en place dans les cellules et les objets du classeur depuis les couleurs standards ou la catégorie *Autres couleurs* ne sont pas affectées par un changement de thème.
> Si vous abandonnez le thème Office pour un autre, une nouvelle police remplace le *Calibri 11* dans toutes les cellules sauf celles dans lesquelles vous avez appliqué une police particulière. Si certaines cellules sont en style *Titre*, vous observez le même type de métamorphose, mais avec, cette fois-ci, la police *Cambria*.

> **FAUX FRÈRE L'habit ne fait pas le moine**
>
> Dans la liste des styles, vous trouvez *Titre 1*, *Titre 2*, etc., mais tous utilisent la police de corps du texte. *Titre* est donc le seul style à utiliser la police d'en-tête.

Définir un thème

Pour avoir le minimum de paramètres à modifier, la technique la plus simple consiste à partir du thème ressemblant le plus au résultat final escompté, puis à le modifier.

1. Sélectionnez le thème de départ dans *Mise en page>Thèmes>Thèmes*.
2. Choisissez une nouvelle police de corps de texte et d'en-tête en déroulant *Mise en page>Thèmes>Polices*, puis en choisissant *Personnaliser les polices*.
3. Dans la boîte de dialogue, choisissez les deux types de polices que vous souhaitez faire cohabiter dans votre classeur. Vous pouvez même donner un nom à cette association. Cliquez sur *Enregistrer* lorsque vous êtes satisfait du résultat.
4. Déroulez *Mise en page>Thèmes>Effets* afin de voir si vous ne trouvez pas un ensemble d'effets qui vous conviendrait mieux.
5. Déroulez *Mise en page>Thèmes>Couleurs* et choisissez *Personnaliser les couleurs*.
6. Déroulez les listes correspondant aux couleurs à modifier et baptisez votre nouveau thème en utilisant la case située tout en bas de la boîte de dialogue. Lorsque vous êtes satisfait du résultat, cliquez sur *Enregistrer*.

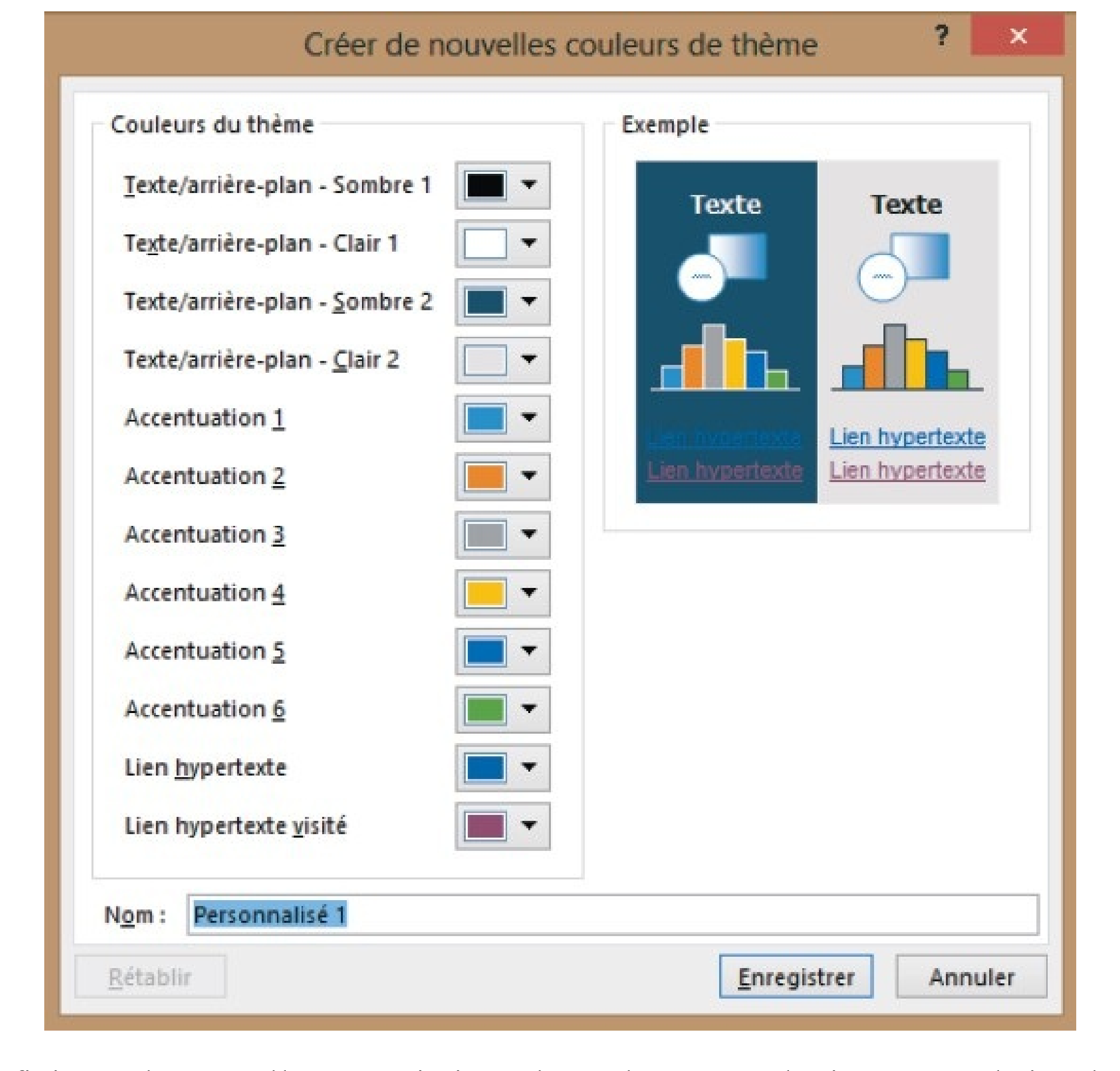


Figure 2–23 Définissez de nouvelles associations de couleurs pour bâtir vos prochains thèmes.

Pérenniser un thème

Si vous souhaitez retrouver ce thème facilement dans d'autres classeurs ou même à partir de Word, enregistrez-le dans un fichier spécifique de type `.thmx`.

1. Choisissez *Mise en page>Thèmes>Thèmes>Enregistrer le thème actif*. Excel active par défaut le répertoire des thèmes.
2. Saisissez un nom explicite dans la case *Nom de fichier* et cliquez sur *Enregistrer*.

Pour le récupérer dans un autre classeur, procédez ainsi :

1. Choisissez *Mise en page>Thèmes>Thèmes>Rechercher les thèmes*.
2. Parcourez les répertoires pour trouver votre fichier. Si vous l'avez enregistré dans le répertoire des thèmes, vous le trouverez au bout du chemin d'accès suivant : `C:\Utilisateurs\NomUtilisateur\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Documen` `Themes`.
3. Sélectionnez le fichier et cliquez sur *Ouvrir*.

PRATIQUE Fichiers cachés

Dans ce chemin d'accès, le répertoire *AppData* est masqué par défaut. Si vous ne le voyez pas apparaître, il faut que, sous Windows 7, vous choisissiez *Démarrer>Panneau de configuration*, puis qu'en *Affichage Petites icônes*, vous sélectionniez *Options des dossiers*. Cliquez alors sur l'onglet *Affichage* et, dans les *paramètres avancés*, cochez l'option *Afficher les fichiers, dossiers et lecteurs cachés*. Sous Windows 8, survolez le coin inférieur droit de votre écran et, lorsque le bouton *Paramètres* apparaît en bas du bandeau qui vient de surgir, sélectionnez-le. Cliquez alors sur *Panneau de configuration>Options des dossiers* et choisissez l'onglet *Affichage*, puis cochez l'option *Afficher les fichiers, dossiers et lecteurs cachés*.

À SAVOIR Une gestion des thèmes collégiale

La gestion des thèmes est partagée par Excel, Word et PowerPoint. Un fichier de thème `.thmx` défini dans Excel peut tout à fait être importé dans Word. D'ailleurs, vous n'êtes même pas obligé de passer par un fichier `.thmx`. Si, à partir de Word, vous sélectionnez *Mise en page>Thèmes>Thèmes>Rechercher les thèmes*, vous choisissez directement le fichier Excel contenant le thème qui vous intéresse.

La feuille : maîtriser sa mise en page

PERDU DE VUE Où est passé l'aperçu avant impression ?

L'*aperçu avant impression* n'existe plus en tant que tel. C'est en choisissant la commande *Fichier>Imprimer* et en regardant la partie droite de l'écran que vous retrouvez votre aperçu. Les boutons *Aperçu* et *Imprimer* que vous trouvez dans tous les onglets de la boîte de dialogue *Mise en page* vous y conduisent directement.

Les commandes de mise en page se trouvent pour la plupart sur l'onglet *Mise en page*, dans les groupes *Mise en page* et *Mise à l'échelle*. Néanmoins, vous ne disposez en accès direct que d'une petite sélection d'options. Pour afficher la boîte de dialogue complète, utilisez les lanceurs de boîte de dialogue du groupe *Mise en page>Mise en page* ou *Mise en page>Mise à l'échelle*. À partir de l'écran d'impression (*Fichier>Imprimer*), vous disposez également d'une « porte dérobée ». Il suffit de cliquer sur le bouton *Mise en page* qui apparaît tout en bas de l'écran, à gauche.

ASTUCE Boostez votre mise en page

Les procédures de mise en page sont souvent vécues comme chronophages, d'autant que beaucoup d'utilisateurs n'y pensent qu'en toute fin de travail, au moment d'imprimer. Lorsque plusieurs feuilles d'un classeur doivent adopter une mise en page identique, agissez soit en amont, en partant d'un modèle personnalisé (si vous faites partie des gens prévoyants), soit en aval, en mettant à profit la puissance du travail de groupe.

Dans tous les cas, avant d'entreprendre quoi que ce soit, prenez un peu de temps pour régler les principaux paramètres de mise en page, car ils peuvent être déterminants pour la mise en forme de

votre tableau.

Passer en mode mise en page

Le bouton *Mise en page* situé dans le coin inférieur droit de la barre d'état correspond à l'un des modes d'affichage de la feuille de calcul. Les pages y apparaissent avec leurs limites « physiques » et des règles verticales et horizontales vous incitent à modifier la taille des marges par simple cliquer-glisser. En outre, cet affichage offre un accès direct à la saisie d'en-têtes et de pieds de page. Ce bouton offre une alternative pratique à la boîte de dialogue *Mise en page*.

Le bouton situé juste à côté donne accès à un affichage dans lequel les sauts de page sont matérialisés par des traits bleus épais. Par de simples cliquer-glisser sur ces derniers, vous insérez vos propres sauts de page. Si cela s'avère nécessaire, vous pouvez modifier le contenu ou le format des cellules sans quitter l'un de ces deux modes.

PARAMÉTRAGE Graduation de la règle de mise en page

Quand vous êtes dans le mode *Mise en page*, une règle verticale et une règle horizontale apparaissent au-dessus et à gauche de la page active. Vous modifiez l'unité dans laquelle elles sont graduées en choisissant *Fichier>Options>Options avancées*, puis en utilisant la liste déroulante *Unités de la règle* située dans la section *Afficher*.

Régler l'alignement horizontal des en-têtes et pieds de page

Si vous modifiez vos marges, il est possible que les en-têtes et pieds de page soient décalés par rapport à l'alignement général de votre document. Pour y remédier, cochez la case *Aligner sur les marges de la page* (*Mise en page>En-tête/Pied de page*).

Régler l'alignement vertical des en-têtes et pieds de page

Modifiez les distances séparant l'en-tête du haut de la feuille et le pied de page du bas de la feuille à partir de la boîte de dialogue *Mise en page*, onglet *Marges*.

Modifier l'échelle d'impression de votre document

La mise à l'échelle (groupe *Mise à l'échelle* de l'onglet *Mise en page* du ruban ou onglet *Page* de la boîte de dialogue *Mise en page*) règle automatiquement le pourcentage de réduction pour que le tableau tienne sur un nombre de pages donné (en largeur et en hauteur). Vous pouvez n'imposer qu'une des dimensions (soit la largeur, soit la hauteur), laissant ainsi le soin à Excel de calculer la deuxième dimension pour répondre aux exigences imposées pour la première. Vous pouvez également régler votre mise à l'échelle vous-même en indiquant directement un pourcentage de zoom.

Si vous modifiez l'échelle de votre document, il est possible que les en-têtes et pieds de page subissent le même sort (avec une réduction importante, ils peuvent devenir illisibles). Pour y remédier, décochez la case *Mettre à l'échelle du document* (boîte de dialogue *Mise en page>En-tête/Pied de page*).

Définir une zone d'impression

À partir d'un tableau donné, vous n'êtes pas obligé de tout imprimer. Pour définir une zone d'impression :

1 Sélectionnez la plage à imprimer.

2 Choisissez *Mise en page>Mise en page>ZoneImpr>Définir*.

Vous trouvez l'adresse de la plage ainsi définie dans la boîte de dialogue *Mise en page*, au niveau de l'onglet *Feuille*, dans la case *Zone d'impression*.

Pour imprimer à nouveau tout le tableau, choisissez *Mise en page>Mise en page>ZoneImpr>Annuler* ou effacez l'adresse de la plage dans la case *Zone d'impression* de la boîte de dialogue *Mise en page*.

ASTUCE Éviter de définir une zone d'impression

Si la plage que vous devez imprimer ne correspond pas à une sélection définitive, vous pouvez éviter la définition d'une zone d'impression en sélectionnant la plage, puis en choisissant *Fichier>Imprimer>Paramètres>Imprimer la sélection* (une des options de la première liste déroulante de la zone *Paramètres*).

Si vous souhaitez imprimer plusieurs plages non contiguës de votre feuille, définissez une zone d'impression discontinue. Pour cela, il suffit de sélectionner toutes les plages concernées en utilisant la touche *Ctrl*, puis de définir la zone d'impression. Chaque plage s'imprimera sur une page différente.

ASTUCE Désactiver momentanément une zone d'impression

Si la zone d'impression que vous avez définie correspond à une réalité pérenne dont vous devez faire abstraction momentanément, il n'est pas utile d'annuler votre zone d'impression ; vous pouvez vous contenter de sélectionner *Fichier>Imprimer>Paramètres>Ignorer la zone d'impression* (une des options de la première liste déroulante de la zone *Paramètres*).

Aménager des en-têtes et des pieds de page

Si vous souhaitez avoir un même élément qui apparaisse en haut ou en bas de toutes les pages de vos tableaux, il faut ajouter un en-tête ou un pied de page. Pour y parvenir, sélectionnez la commande *Insertion>Texte>En-tête et pied de page*, ou choisissez, dans

le coin inférieur droit de votre écran, le bouton *Mise en page*, puis cliquez dans l'une des trois cases de l'en-tête ou du pied de page. Que vous passiez par l'une ou l'autre voie, l'onglet contextuel *Outils des en-têtes et pieds de page* apparaît dans le ruban. Dans cet onglet, les deux boutons du groupe *Navigation* vous font passer facilement de l'en-tête au pied de page et inversement.



Figure 2–24 Cet onglet affiche la liste des objets qu'il est possible d'installer dans un en-tête ou un pied de page.

Vous pouvez également cliquer sur le lanceur de boîte de dialogue à partir des groupes *Mise en page* ou *Mise à l'échelle* de l'onglet *Mise en page*, puis, sélectionner l'onglet *En-tête/Pied de page*.

Imprimer un logo

Que vous vous trouviez dans l'en-tête ou le pied de page, vous disposez d'un bouton *Insérer une image*. Dans un cadre professionnel, l'image à insérer est souvent un logo.

1 Vérifiez que votre image est bien disponible dans un format accepté par Excel (`.emf`, `.wmf`, `.jpg`, `.jpeg`, `.jfif`, `.jpe`, `.png`, `.bmp`, `.dib`, `.rle`, `.gif`, `.emz`, `.wmz`, `.pcz`, `.tif`, `.tiff`, `.cgm`, `.eps`, `.pct`, `.pict`, `.wpg`).

2 Vérifiez que la taille de l'image que vous souhaitez importer dans votre document est compatible avec son utilisation dans un en-tête ou un pied de page (si l'image est trop grande, elle risque de « déborder » et d'occuper toute la page).

3 Cliquez dans l'une des trois cases d'en-tête (*Gauche*, *Centre*, *Droit*), puis sélectionnez *Insérer une image* (si vous êtes dans la boîte de dialogue *Mise en page>En-tête/Pied de page>En-tête personnalisé* ou *Pied de page personnalisé*) ou *Outils en-têtes et pieds de page>Création>Éléments en-têtes et pieds de page>Image* si vous êtes dans le mode *Mise en page*.

4 Naviguez parmi les répertoires pour trouver l'image désirée, sélectionnez-la et cliquez sur *Ouvrir*.

5 C'est le code `&[Image]` qui apparaît dans la case. Pour voir l'aspect réel de votre image, si vous êtes en mode *Mise en page*, cliquez dans la zone du tableau (à l'extérieur de la zone *En-tête* ou *Pied de page*). Si vous êtes dans la boîte de dialogue, cliquez sur *OK* pour en sortir et, si vous voulez voir le résultat, passez en mode *Aperçu avant impression*.

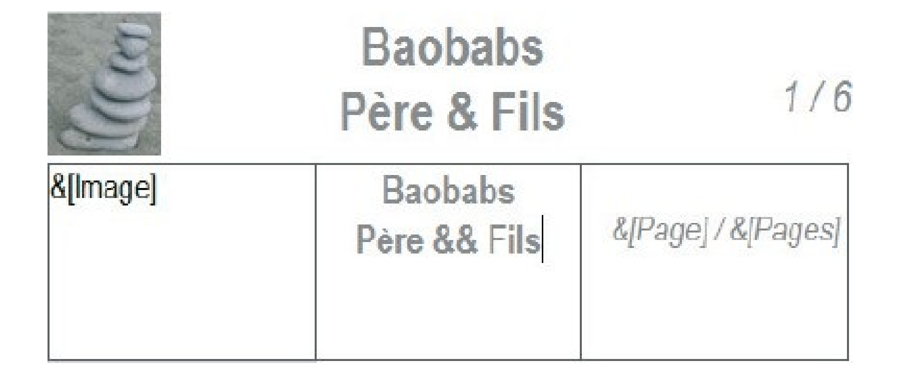


Figure 2–25 La moitié supérieure de l'image correspond à l'en-tête tel qu'il sera imprimé. La moitié inférieure représente l'en-tête en construction lorsque vous cliquez dans les trois cases pour y saisir ou modifier des éléments.

6 Une fois importée, vous pouvez encore apporter quelques modifications à votre image. Pour cela, sélectionnez le code `&[Image]` et cliquez sur le bouton *Format de l'image* qui se trouve juste à droite du bouton *Image*.

> **ASTUCE Afficher un nom d'entreprise incluant la désignation Père & Fils**
>
> Pour afficher un texte quelconque au sommet ou au pied de toutes vos pages, cliquez dans l'une des trois cases de l'en-tête ou du pied de page et saisissez-le. En revanche, si ce dernier inclut le caractère `&`, il faut le doubler car, dans ce contexte, `&` constitue un code pour certaines impressions automatiques (date et heure d'impression, pagination, nom du fichier, etc.). Ainsi, pour obtenir `Baobabs Père & Fils` à l'impression, vous saisirez `Baobabs Père && Fils` dans la boîte de dialogue. Vous pouvez ensuite mettre en forme votre texte à partir du bouton *Mettre le texte en forme* (le premier de la série) si vous êtes dans la boîte de dialogue, ou des boutons habituels de l'onglet *Accueil* si vous êtes en mode *Mise en page*.

Imprimer automatiquement les numéros de page, la date et le nom du fichier

Vous pouvez imprimer sept éléments qui seront automatiquement recalculés par Excel en fonction des circonstances. Insérez-les à l'aide des boutons de la boîte de dialogue *Mise en page>En-tête/Pied de page>En-tête personnalisé* ou *Pied de page personnalisé* ou du groupe *Éléments en-tête et pied de page* de l'onglet contextuel *Outils en-têtes et pieds de page* (voir la figure 2-24). Ces éléments sont, dans l'ordre, le numéro de page, le nombre de pages, la date d'impression, l'heure d'impression, le chemin d'accès au fichier imprimé, le nom du fichier imprimé et le nom de la feuille imprimée.

> **EN PRATIQUE Imprimer les bons numéros de pages**
>
> - Si votre impression couvre plusieurs pages du classeur et si vous souhaitez obtenir une numérotation continue, commencez par sélectionner toutes les feuilles à imprimer avant de choisir *Fichier>Imprimer*.
> - Si l'impression (et donc la pagination) doit refléter l'intégralité du classeur, vous aurez plus vite fait de choisir l'option *Imprimer le classeur entier* dans *Fichier>Imprimer>Paramètres* (une des

options de la première liste déroulante de la zone *Paramètres*).
- Si votre pagination ne doit pas commencer à `1`, entrez le numéro de votre choix dans la case *Commencer la numérotation à* de l'onglet *Page* de la boîte de dialogue *Mise en page*.

Comme pour les images, vous vous retrouvez avec un code qui donne un affichage en clair dès que vous cliquez dans le tableau ou que vous passez en mode *Aperçu avant impression*. Vous pouvez également jouer sur le format de ces éléments en les sélectionnant et en suivant les mêmes procédures que pour un texte quelconque.

Créer des en-têtes et pieds de page différents sur les pages paires et impaires

En cochant l'option *Pages paires et impaires différentes* (dialogue *Mise en page*, onglet *En-tête/Pied de page*), vous disposez de deux types d'en-têtes et de pieds de page : un pour les pages paires et l'autre pour les pages impaires. Si vous travaillez depuis la boîte de dialogue, dès que vous cliquez sur *En-tête personnalisé*, vous arrivez sur une nouvelle boîte disposant de deux onglets. Si vous travaillez en mode *Mise en page*, lorsque vous cliquez dans la zone en-tête, suivant que vous vous trouvez sur une page paire ou impaire, le texte d'invite s'adapte.

L'option *Première page différente* vous offre une possibilité supplémentaire en distinguant la première page de toutes les autres. Son fonctionnement est similaire à la première option. Si vous cochez les deux cases simultanément, vous disposez de trois types d'en-têtes différents : la première page, toutes les pages paires et toutes les pages impaires à partir de 3.

Retrouver les intitulés sur toutes les pages imprimées

Si votre tableau contient des intitulés de lignes ou de colonnes et doit s'imprimer sur plusieurs pages, il est conseillé de demander l'*impression des titres*. Si vous ne le faites pas, vous risquez de vous retrouver avec des pages remplies de chiffres, sans intitulés, empêchant le lecteur de savoir à quoi se rapportent les valeurs numériques qu'il a sous les yeux.

1. Cliquez sur *Mise en page>Mise en page>Imprimer les titres*. Excel ouvre la boîte de dialogue *Mise en page* avec l'onglet *Feuille* activé.
2. Pour répéter les intitulés de première ligne sur toutes les pages, cliquez dans la case *Lignes à répéter en haut* et, en arrière-plan, cliquez sur n'importe quelle cellule de la ligne *1*.
3. Pour répéter les intitulés de première colonne sur toutes les pages, cliquez dans la case *Colonnes à répéter à gauche* et, en arrière-plan, cliquez sur n'importe quelle cellule de la colonne *A*.

EN PRATIQUE Où imprimer les commentaires ?

Si votre tableau a été enrichi de quelques commentaires, c'est à vous de régler leur mode d'impression. Vous pouvez alterner entre trois modes :

- ne pas les imprimer ;
- les imprimer tels qu'ils apparaissent (tous apparents, dans des cadres recouvrant les cellules si vous avez sélectionné *Révision>Commentaires>Afficher tous les commentaires*, ou tous invisibles si vous n'avez pas activé cette option) ;
- les imprimer indépendamment des tableaux auxquels ils sont associés. Dans ce cas, Excel les imprime après les tableaux dans des feuilles spécifiques, avec, pour chacun, un rappel de la référence de la cellule à laquelle ils sont attachés.

Imprimer les têtes de lignes et de colonnes ainsi que le quadrillage

La commande *Affichage>Afficher>Quadrillage* sert à masquer ou afficher le quadrillage de la feuille active. De même, vous disposez de la case *En-têtes* pour l'affichage des têtes de lignes et de colonnes. Or, ces paramètres sont complètement déconnectés des réglages que vous pouvez faire pour l'impression. Si vous souhaitez agir sur l'impression des quadrillages et des têtes de lignes et de colonnes, il faut cocher ou décocher les cases *Imprimer* du groupe *Options de la feuille de calcul* de l'onglet *Mise en page*.

Mettre en place un arrière-plan

Pour que le lecteur se sente « psychologiquement » dans l'ambiance du sujet que vous traitez, il peut être profitable d'installer, en arrière-plan de vos tableaux, une image suggestive.

1 Choisissez *Mise en page>Mise en page>Arrière-plan*.

2 Dans la boîte de dialogue, naviguez parmi les répertoires afin de trouver l'image adéquate.

3 Sélectionnez-la et cliquez sur *Ouvrir*.

Excel insère l'image que vous lui proposez et la répète à l'infini sur toute la feuille.

CAMOUFLAGE Cachez ces erreurs que je ne saurais voir…

Votre tableau peut afficher des valeurs d'erreur. Cela ne témoigne pas nécessairement d'une erreur de conception, mais il arrive parfois que toute l'information ne soit pas disponible à temps et que, « en attendant », les formules renvoient des valeurs d'erreur. Vous n'avez pas spécialement envie que ces valeurs « polluent » votre impression, mais vous n'avez pas toujours le temps de modifier vos formules. Quelques options sont disponibles pour les masquer à l'impression. Vous avez le choix entre les imprimer telles quelles, les remplacer par `-`, par `#N/A` ou encore laisser les cellules vides.

De même, certaines formules peuvent renvoyer des valeurs nulles. Si vous estimez qu'elles alourdissent inutilement vos tableaux, masquez-les :

1. Choisissez *Fichier>Options>Options avancées*.
2. Sélectionnez le nom de la feuille concernée dans *Afficher les options pour cette feuille de calcul*.
3. Décochez la case *Afficher un zéro dans les cellules qui ont une valeur nulle*.

La cellule : exploiter toute la puissance de sa mise en forme

C'est la dernière étape de la mise en forme, mais c'est celle à laquelle vous consacrerez sans doute le plus de temps. Le format d'une cellule est un agrégat d'options sélectionnées dans six catégories (*Nombre*, *Alignement*, *Police*, *Bordure*, *Remplissage*, *Protection*). Toutes sont disponibles à partir de la boîte de dialogue *Format de Cellule*, que vous affichez en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+&*. L'onglet *Accueil* offre un accès direct aux principales options de cette boîte de dialogue.

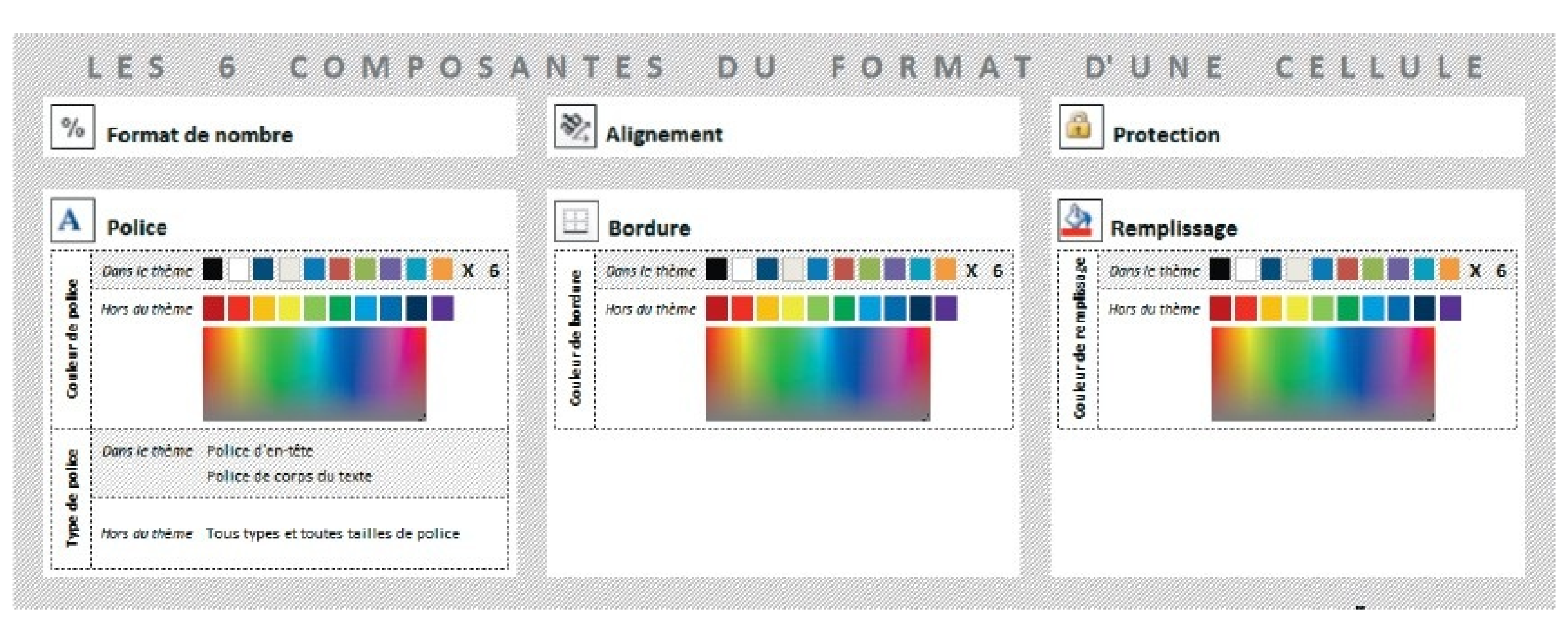


Figure 2–26 Voici un tableau qui donne la liste des six composantes principales du format d'une cellule. Trois d'entre elles peuvent être liées au thème actif si l'utilisateur choisit une couleur ou une police du thème.

Décrypter les formats de nombre

Un format de nombre agit sur l'aspect d'une valeur numérique en ménageant un séparateur de milliers, en faisant figurer une unité à son côté, ou en prévoyant des affichages distincts pour les valeurs positives, négatives ou nulles. L'insertion d'espaces dans certains formats permet également de diviser les nombres par 1 000 (en fait, cette division ne joue que sur l'affichage mais pas sur le nombre lui-même).

Une liste fournie de formats prêts à l'emploi

Vous trouverez la plupart des formats dont vous aurez besoin parmi les onze premières catégories de l'onglet *Nombre*. Certains sont directement accessibles dans le groupe *Nombre* de l'onglet *Accueil*. Si vous n'y trouvez pas votre bonheur, sélectionnez la

catégorie *Personnalisée* et créez votre propre format.

Des formats de nombre personnalisables à l'infini

Vous n'avez aucune limite pour créer un format de nombre personnalisé. Il suffit simplement de connaître quelques règles de base.

	Format	Saisie	Affichage
1	00000	1	00001
2	# ##0,0" H x Mois"	45,75	45,8 H x Mois
3	@	1234567E020	1234567E020
4a	# ##0" USD";[Rouge]-# ##0" USD";	89,7	90 USD
4b	# ##0" USD";[Rouge]-# ##0" USD";	-89,7	-90 USD
4c	# ##0" USD";[Rouge]-# ##0" USD";	0	
5	# ##0	2568957	3

Figure 2–27 Voici quelques exemples de formats de nombre personnalisés. Dans la première colonne, vous trouvez ce que vous devez saisir dans la case Type, dans la deuxième colonne figure votre saisie et dans la troisième apparaît ce que vous verrez une fois votre saisie validée.

- Les caractères `#` et `0` symbolisent les chiffres d'une valeur numérique en jouant un rôle légèrement différent. Le format `# ##0,0` affiche `233,45` sous la forme `233,4` alors que le format `0 000,0` l'affiche sous la forme `0 233,4` (illustration en ligne 1 de la figure 2-27).
- À partir du moment où vous mettez du texte entre guillemets (avant ou après les caractères `#` et `0`), ce dernier apparaîtra tel quel avant ou après le nombre (illustration en ligne 2 de la figure 2-27).
- Ponctuer votre code de points-virgules crée un format capable de réagir différemment suivant le signe du nombre (illustrations en lignes 4a, 4b et 4c de la figure 2-27).
- Appliquer un format *Texte* (symbolisé par `@`) à une cellule la conditionne pour qu'elle respecte la saisie sans l'interpréter autrement (illustration en ligne 3 de la figure 2-27).
- Saisir une espace à la fin du format divise, en apparence, le nombre par 1 000 (dans l'exemple illustré à la ligne 5 de la figure 2-27, on a saisi deux espaces à la fin du code `# ##0`).

PARAMÉTRAGE Comment disposer d'autres types de séparateurs ?

Si vous souhaitez disposer d'un caractère autre que l'espace pour exprimer les séparateurs de milliers et autre que la virgule pour exprimer les décimales, choisissez *Fichier>Options>Options avancées*. Dans la section *Options d'édition*, décochez la case *Utiliser les séparateurs système* et saisissez vos propres caractères.

Modifier les caractères des cellules

Que ce soit en passant par la boîte de dialogue ou par le ruban, vous pouvez modifier le type, la taille ou la couleur des caractères. Pour y parvenir, choisissez l'une des deux polices du thème (proposées en tête de liste), ou encore une police quelconque parmi toutes les autres.

> **PRATIQUE Mises en forme hétérogènes**
>
> Dans une même cellule, il est possible de réaliser une mise en forme mixte. Vous pouvez, par exemple, sélectionner une partie du texte dans la barre de formule et la mettre en indice ou en exposant. Vous pouvez également en sélectionner une autre pour la faire ressortir en la mettant en gras ou en couleurs. Dans ce cas, lorsque vous affichez la boîte de dialogue *Format de cellule*, elle ne propose que l'onglet *Police*.

Modifier les bordures des cellules

Pour tracer les bordures, vous pouvez soit passer par la boîte de dialogue *Format de cellule*, soit par le bouton déroulant *Accueil>Police>Bordures*.

Dans le bouton déroulant, vous trouvez une sélection d'encadrements prêts à l'emploi, ainsi que, en fin de liste, une série d'options pour tracer les encadrements « à la main » (sous la catégorie *Traçage des bordures*). Quand vous passez dans ce mode, le curseur se transforme en crayon. Dès lors, un clic sur un bord crée le trait d'encadrement correspondant et un cliquer-glisser sur une sélection trace un cadre autour de cette dernière. Les paramètres utilisés pour créer ces traits correspondent aux choix faits préalablement dans le bouton déroulant, à partir des options *Couleur de ligne* et *Style de trait*. Si au lieu de choisir *Tracer les bordures*, vous avez choisi *Tracer les bordures de grille*, ce sont non seulement les bordures de la sélection, mais également tous les traits intérieurs qui sont tracés lorsque vous cliquez-glissez sur une plage quelconque.

Modifier la taille des cellules

Jouer sur les hauteurs de lignes et les largeurs de colonnes

C'est en modifiant les hauteurs de lignes et les largeurs de colonnes que vous agissez sur la taille des cellules. Vous procédez à ces modifications en passant par le ruban ou en travaillant directement à la souris.

- Toutes les commandes agissant sur la taille des lignes et des colonnes se trouvent dans le bouton déroulant *Accueil>Cellules>Format*. Les mesures sont données en nombre ou en taille de caractères standard.
- Lorsque vous approchez le curseur du bord droit de la tête d'une colonne ou du bord

inférieur de la tête d'une ligne, il se transforme en double-flèche. Une fois dans cet état, vous pouvez double-cliquer ou cliquer-glisser. Avec un double clic, la taille de la colonne s'ajuste automatiquement pour rendre lisible le contenu le plus long, mais ne pas laisser d'espace inutile ; avec un cliquer-glisser, vous réglez la largeur de la colonne ou la hauteur de la ligne selon vos désirs.

ASTUCE Comment gagner de la place ?

Il y a souvent inadéquation entre les intitulés du tableau, qui peuvent être longs et exiger des largeurs de colonnes importantes, et les valeurs numériques qui y sont stockées. Pour gagner de la place, on peut soit basculer le texte, soit réduire les caractères.

Pour réorienter le texte, les options disponibles à partir du ruban, dans le bouton déroulant *Accueil>Alignement>Orientation* offrent des rotations de 45 °. Les curseurs de la boîte de dialogue *Format de Cellule* (onglet *Alignement*) font pivoter le texte avec une finesse de l'ordre du degré.

Si vous cochez l'option *Ajuster* (onglet *Alignement* de la boîte de dialogue *Format de cellule*), Excel réduit l'aspect des caractères pour que tout le contenu de la cellule tienne sur une seule ligne, dans l'espace imparti par sa largeur du moment.

Appliquer un gabarit identique à plusieurs cellules

Si vous sélectionnez plusieurs colonnes ou plusieurs lignes, vous pouvez, même en travaillant à la souris, entreprendre une action commune sur cette sélection. En double-cliquant sur le bord droit de la tête d'une des colonnes sélectionnées, vous optimisez la taille de toutes les colonnes en respectant le contenu de chacune. En faisant un cliquer-glisser, vous leur appliquez un gabarit identique.

Fusionner les cellules

La case *Fusionner les cellules* (boîte de dialogue *Format de Cellule*, onglet *Alignement*) crée, à partir de la sélection d'une plage quelconque, une grande cellule prenant la place de toutes celles de la sélection initiale. L'option *Centré sur plusieurs colonnes* (boîte de dialogue *Format de Cellule*, onglet *Alignement*, liste déroulante *Alignement du texte horizontal*) répartit horizontalement un contenu sur plusieurs cellules, sans pour autant faire appel à la fusion. Pour mettre en œuvre cette option, il faut prendre, dans une même sélection, la cellule contenant les données à répartir ainsi que les cellules dans lesquelles cette répartition doit se faire. Les cellules visées par cette répartition doivent être vides et situées sur la même ligne, à sa droite (commencez la sélection par la cellule dotée du contenu à répartir).

ASTUCE Une fausse cellule

Vous pouvez aussi « tricher » et créer une forme rectangulaire qui jouxte parfaitement votre sélection en pressant la touche *Alt* pendant votre tracé. Dès lors, les cellules existent toujours en tant que

telles, mais elles sont cachées par la forme rectangulaire qui figure une grosse cellule.

Masquer des cellules

Vous pouvez également masquer certaines lignes ou certaines colonnes. Pour cela, cliquez droit (au niveau des têtes de colonnes ou des têtes de lignes) sur l'une d'elles ou sur une sélection en englobant plusieurs, puis choisissez *Masquer*.

Pour afficher à nouveau des lignes ou des colonnes masquées, faites une sélection qui soit à cheval sur elles, cliquez droit et choisissez *Afficher*. Si vous ne réussissez pas à faire cette sélection à cheval, cliquez dans la case de sélection de la feuille entière, à l'intersection des têtes de lignes et de colonnes.

Protéger des cellules

Les options proposées dans l'onglet *Protection* de la boîte de dialogue *Format de Cellule* servent à verrouiller et masquer le contenu des cellules. Ces deux paramètres ne sont activés que lorsque la feuille est protégée (*Révision>Modifications>Protéger la feuille*).

Pour éviter que le contenu d'une cellule puisse être vu, il faut que la case *Masquée* soit cochée, puis que la feuille soit protégée. Ici, on ne parle pas de ce qui apparaît dans la cellule (le résultat), mais de ce qui apparaît dans la barre de formule (la formule elle-même).

Utiliser les styles pour mettre en forme les cellules

Plutôt que de mettre en forme une cellule en appliquant un à un les paramètres évoqués dans les sections précédentes, vous pouvez définir un *Style* qui les réunira sous un nom explicite, utilisable par la suite comme une commande de mise en forme composite.

Il est possible de définir un *Style* par la commande *Nouveau style de cellule* (*Accueil>Style>Styles de cellules*), mais la technique la plus simple, et surtout la plus intuitive, consiste à procéder par l'exemple.

Définir un style de cellule par l'exemple

1 Appliquez à une cellule tous les paramètres que vous souhaitez intégrer au style (taille de police, gras, encadrement, remplissage, alignement, etc.).

2 Veillez à ce que cette cellule soit sélectionnée, déroulez le bouton *Accueil>Style>Styles de cellules* et choisissez *Nouveau style de cellule*.

3 Dans la case *Nom du style*, saisissez un nom qui traduise au mieux la mise en forme choisie.

4 Si, parmi les six composantes du format de la cellule, il y en a certaines pour lesquelles

vous n'avez pas fait de choix spécifique, décochez les cases correspondantes et cliquez sur *OK*.

5 Votre style apparaît dans une nouvelle rubrique, *Personnalisé*, qui n'existait pas auparavant (en tête de la liste *Styles de cellules* dans *Accueil>Style*).

ASTUCE Style partiel

Un style n'est pas condamné à intégrer les six composantes d'un format de cellule. Cela permet, entre autres, d'appliquer plusieurs styles à une même cellule sans qu'ils se contredisent.

Définir un style de cellule par la boîte de dialogue

Plutôt que de commencer par mettre en forme la cellule, vous pouvez aller directement dans la boîte de dialogue *Nouveau style de cellule*. Cliquez alors sur le bouton *Format* et choisissez vos paramètres parmi les six onglets de la boîte de dialogue *Format de Cellule.*

ALLER PLUS LOIN Comment avoir mes styles personnels toujours sous la main ?

Les styles sont liés à un modèle de classeur. Le modèle standard d'Excel en contient quelques-uns (*Titre*, *Titre 1*, etc.) que vous retrouvez systématiquement dans tous vos classeurs. Si vous en créez de nouveaux, ils ne seront disponibles qu'au sein du classeur qui les a vus naître. Vous aurez beau les chercher dans la liste des styles de chaque nouveau classeur, ils demeureront introuvables. Si vous voulez pallier ce problème, il faut enregistrer le classeur de leur création comme un modèle personnalisé. Dès lors, si vous ouvrez chaque nouveau classeur à partir de ce modèle particulier, vous y retrouverez tous vos styles (voir un peu plus loin l'aparté « Où sont stockés les styles ? »).

Modifier un style de cellule

1 Déroulez le bouton *Accueil>Style>Styles de cellules*.

2 Cliquez droit sur le nom du style et choisissez *Modifier*.

3 Vous vous retrouvez dans la même boîte de dialogue que pour la création d'un style. Faites vos choix et, à la fin, cliquez sur *OK*.

Vous remarquerez qu'Excel modifie de manière homogène toutes les cellules auxquelles ce style avait été appliqué. En privilégiant l'application des styles à la sélection de paramètres isolés, vous obtenez des tableaux plus homogènes et harmonieux.

Supprimer un style de cellule

1 Déroulez le bouton *Accueil>Style>Styles de cellules*.

2 Cliquez droit sur le nom du style et choisissez *Supprimer*.

Comment les styles par défaut sont-ils construits ?

Vous pouvez définir vos propres styles, mais vous aurez sans doute remarqué la très vaste liste proposée par défaut. Afin de savoir comment ils sont construits, en voici un bref descriptif. Ce qu'il faut surtout que vous connaissiez, c'est leur degré de connexion au thème actif, afin de mesurer leur potentiel d'adaptabilité aux changements éventuels de ce thème.

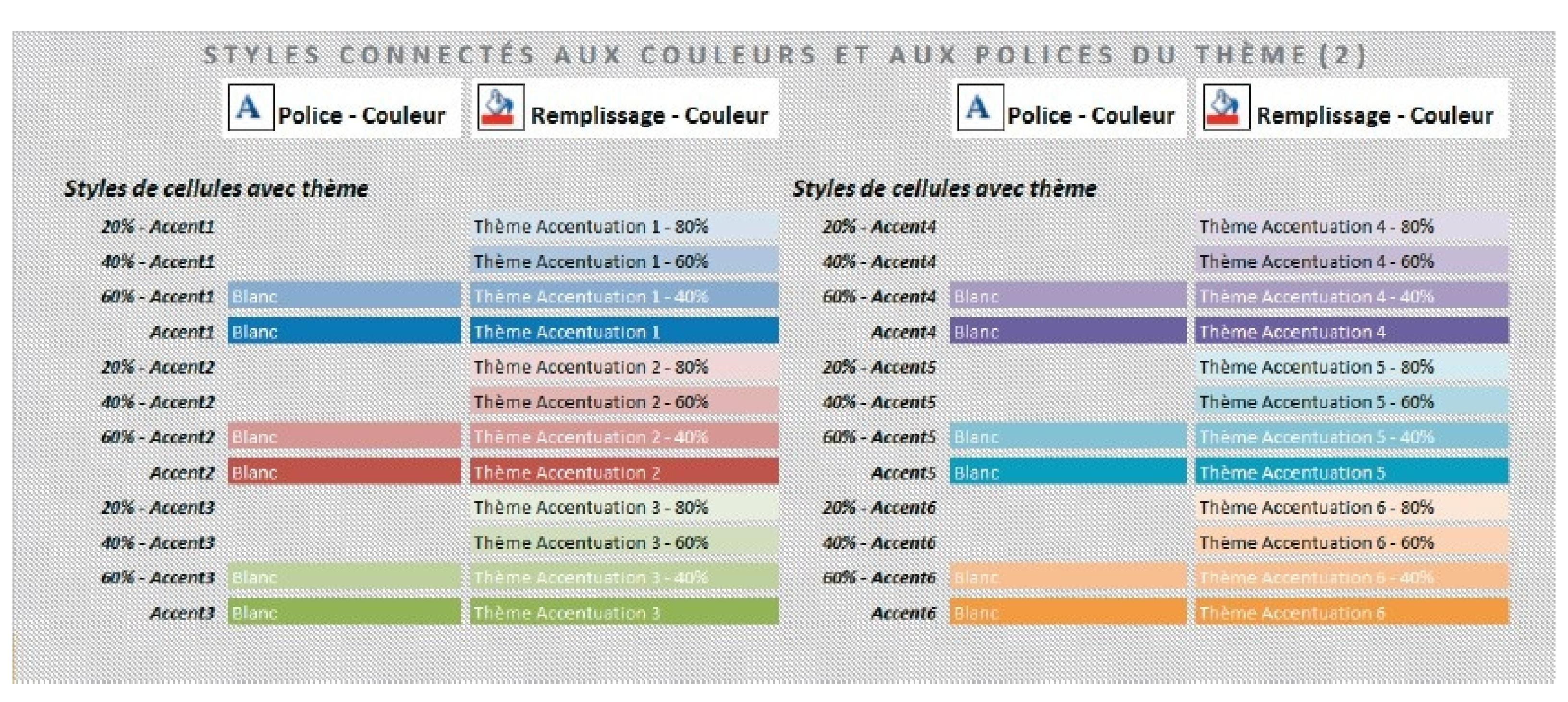
Les styles de la catégorie *Titres et en-têtes* sont entièrement liés au thème. La figure 2-28 expose les six paramètres qui les composent et montre que trois d'entre eux (type et couleur de police ainsi que couleur de bordure) sont dépendants du thème actif.

STYLES CONNECTÉS AUX COULEURS ET AUX POLICES DU THÈME (1)

Titres et en-têtes	Police -Type	Police - Couleur	Police - Style	Police - Taille	Bordure - Type	Bordure - Couleur
Titre	Thème En-tête	Thème Texte 2	Gras	18		
Titre 1	Thème Corps	Thème Texte 2	Gras	15	Trait épais	Thème Accentuation 1
Titre 2	Thème Corps	Thème Texte 2	Gras	13	Trait épais	Thème Accentuation 1 - 60%
Titre 3	Thème Corps	Thème Texte 2	Gras		Trait moyen	Thème Accentuation 1 - 40%
Titre 4	Thème Corps	Thème Texte 2	Gras			
Total	Thème Corps		Gras		Trait simple et double	Thème Accentuation 1

Figure 2–28 Structure des styles de la catégorie Titres et en-têtes.

Les styles de la catégorie *Styles de cellules avec thème* sont entièrement liés au thème. La figure 2-29 expose les deux paramètres qui les composent (couleur de police et de remplissage) et montre qu'ils sont dépendants du thème actif.



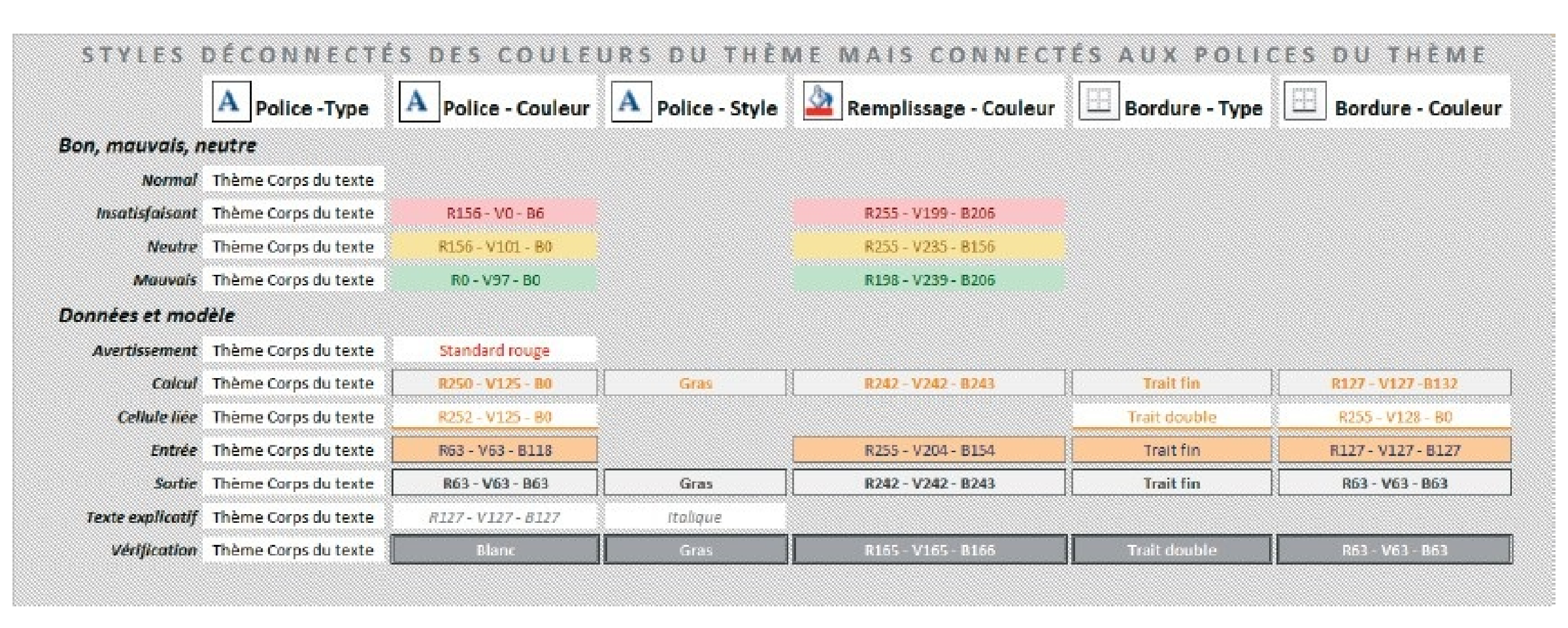
STYLES CONNECTÉS AUX COULEURS ET AUX POLICES DU THÈME (2)

Styles de cellules avec thème	Police - Couleur	Remplissage - Couleur	*Styles de cellules avec thème*	Police - Couleur	Remplissage - Couleur
20% - Accent1		Thème Accentuation 1 - 80%	*20% - Accent4*		Thème Accentuation 4 - 80%
40% - Accent1		Thème Accentuation 1 - 60%	*40% - Accent4*		Thème Accentuation 4 - 60%
60% - Accent1	Blanc	Thème Accentuation 1 - 40%	*60% - Accent4*	Blanc	Thème Accentuation 4 - 40%
Accent1	Blanc	Thème Accentuation 1	*Accent4*	Blanc	Thème Accentuation 4
20% - Accent2		Thème Accentuation 2 - 80%	*20% - Accent5*		Thème Accentuation 5 - 80%
40% - Accent2		Thème Accentuation 2 - 60%	*40% - Accent5*		Thème Accentuation 5 - 60%
60% - Accent2	Blanc	Thème Accentuation 2 - 40%	*60% - Accent5*	Blanc	Thème Accentuation 5 - 40%
Accent2	Blanc	Thème Accentuation 2	*Accent5*	Blanc	Thème Accentuation 5
20% - Accent3		Thème Accentuation 3 - 80%	*20% - Accent6*		Thème Accentuation 6 - 80%
40% - Accent3		Thème Accentuation 3 - 60%	*40% - Accent6*		Thème Accentuation 6 - 60%
60% - Accent3	Blanc	Thème Accentuation 3 - 40%	*60% - Accent6*	Blanc	Thème Accentuation 6 - 40%
Accent3	Blanc	Thème Accentuation 3	*Accent6*	Blanc	Thème Accentuation 6

Figure 2–29 Structure des styles de la catégorie Styles de cellules avec thème.

Les styles des catégories *Satisfaisant, insatisfaisant et neutre*, ainsi que *Données et*

modèle (sauf *Commentaire*), sont liés aux polices du thème, mais pas à ses couleurs. La figure 2-30 expose les six paramètres qui interviennent. Pour les couleurs, on a donné à chaque fois les trois composantes RVB ou le nom de la couleur standard.

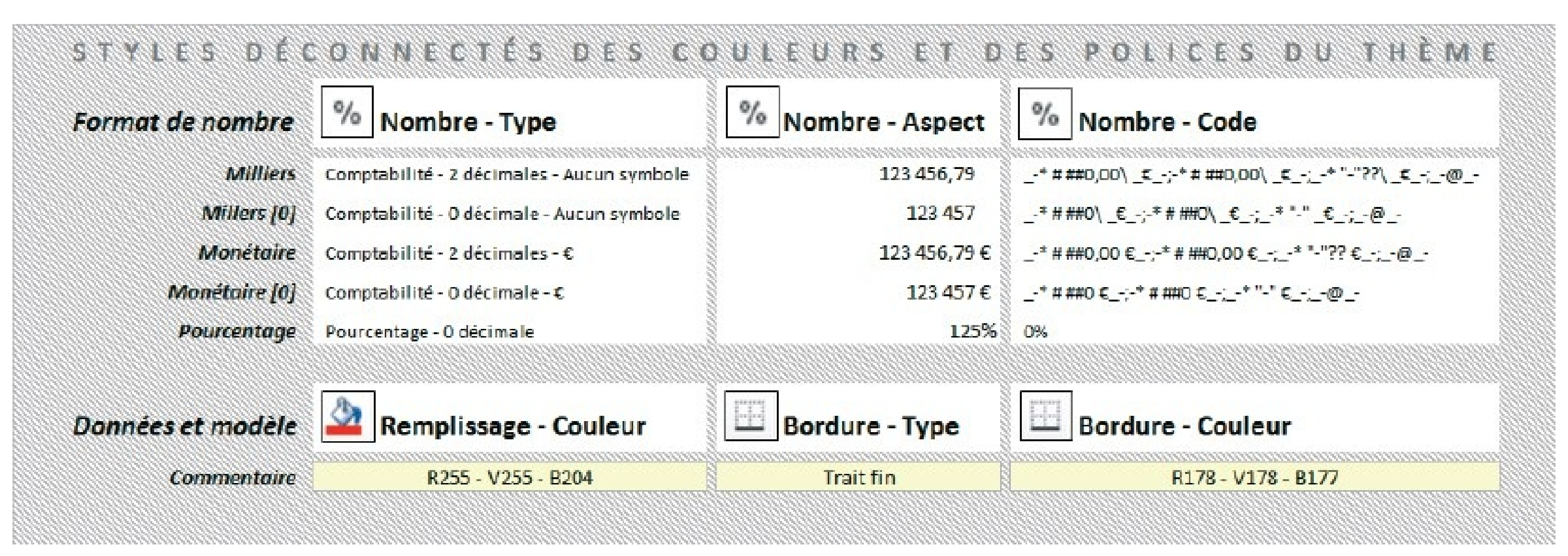


STYLES DÉCONNECTÉS DES COULEURS DU THÈME MAIS CONNECTÉS AUX POLICES DU THÈME

	Police -Type	Police - Couleur	Police - Style	Remplissage - Couleur	Bordure - Type	Bordure - Couleur
Bon, mauvais, neutre						
Normal	Thème Corps du texte					
Insatisfaisant	Thème Corps du texte	R156 - V0 - B6		R255 - V199 - B206		
Neutre	Thème Corps du texte	R156 - V101 - B0		R255 - V235 - B156		
Mauvais	Thème Corps du texte	R0 - V97 - B0		R198 - V239 - B206		
Données et modèle						
Avertissement	Thème Corps du texte	Standard rouge				
Calcul	Thème Corps du texte	R250 - V125 - B0	Gras	R242 - V242 - B243	Trait fin	R127 - V127 - B132
Cellule liée	Thème Corps du texte	R252 - V125 - B0			Trait double	R255 - V128 - B0
Entrée	Thème Corps du texte	R63 - V63 - B118		R255 - V204 - B154	Trait fin	R127 - V127 - B127
Sortie	Thème Corps du texte	R63 - V63 - B63	Gras	R242 - V242 - B243	Trait fin	R63 - V63 - B63
Texte explicatif	Thème Corps du texte	*R127 - V127 - B127*	*Italique*			
Vérification	Thème Corps du texte	Blanc	Gras	R165 - V165 - B166	Trait double	R63 - V63 - B63

Figure 2–30 Structure des styles des catégories Bon, mauvais et neutre, ainsi que Données et modèle (sauf Commentaire).

Les styles de la catégorie *Format de nombre*, ainsi que le style *Commentaire*, sont complètement indépendants du thème. La figure 2-31 expose les trois paramètres qui interviennent dans le style *Commentaire*, avec les trois composantes RVB des couleurs. Dans la catégorie *Format de nombre*, le seul paramètre est celui du nombre. Pour ce dernier, on a donné le type de format, ainsi que son expression codifiée, et l'aspect du nombre une fois le format appliqué.



STYLES DÉCONNECTÉS DES COULEURS ET DES POLICES DU THÈME

Format de nombre	Nombre - Type	Nombre - Aspect	Nombre - Code
Milliers	Comptabilité - 2 décimales - Aucun symbole	123 456,79	_-* # ##0,00\ _€_-;-* # ##0,00\ _€_-;_-* "-"??\ _€_-;_-@_-
Milliers [0]	Comptabilité - 0 décimale - Aucun symbole	123 457	_-* # ##0\ _€_-;-* # ##0\ _€_-;_-* "-" _€_-;_-@_-
Monétaire	Comptabilité - 2 décimales - €	123 456,79 €	_-* # ##0,00 €_-;-* # ##0,00 €_-;_-* "-"?? €_-;_-@_-
Monétaire [0]	Comptabilité - 0 décimale - €	123 457 €	_-* # ##0 €_-;-* # ##0 €_-;_-* "-" €_-;_-@_-
Pourcentage	Pourcentage - 0 décimale	125%	0%

Données et modèle	Remplissage - Couleur	Bordure - Type	Bordure - Couleur
Commentaire	R255 - V255 - B204	Trait fin	R178 - V178 - B177

Figure 2–31 Structure des styles de la catégorie Format de nombre et du style Commentaire.

Pour disposer de vos styles personnalisés dans tous les classeurs à venir, enregistrez votre classeur comme un modèle et créez vos prochains classeurs à partir de ce modèle.

EN PRATIQUE Où sont stockés les styles ?

Pour retrouver des styles personnels dans un classeur existant antérieurement, il faut les importer.

1. Ouvrez les deux classeurs (celui qui est muni des styles, « Classeur A », et celui dans lequel vous souhaiteriez pouvoir les utiliser, « Classeur B »).
2. Activez le classeur démuni, le « Classeur B », et déroulez *Accueil>Style>Styles de cellules*.
3. Choisissez *Fusionner des styles*.
4. Dans la fenêtre qui affiche la liste des classeurs ouverts, choisissez le classeur contenant les styles convoités, le « Classeur A », et cliquez sur *OK*.
5. Dès lors, vous retrouvez les styles du « Classeur A » dans la catégorie *Personnalisé* du « Classeur B ».

Utiliser les graphiques sparkline pour mettre en valeur vos données

Bien que portant l'intitulé graphique, les *graphiques sparkline* sont davantage apparentés à un format de cellule qu'à un graphique. En effet, il ne s'agit pas d'un objet « posé » sur la feuille de calcul, mais d'un paramètre de cellule, au même titre que son format. Un *graphique sparkline* est circonscrit à une cellule et représente de manière simplifiée, à l'aide de piles ou de courbes, les valeurs de quelques cellules.

La création d'un *graphique sparkline* est instantanée. Il suffit de sélectionner la cellule dans laquelle il doit apparaître et d'indiquer la plage de valeurs à représenter. Il doit s'agir d'une plage de cellules contiguës, disposées sur une seule ligne ou une seule colonne.

1 Sélectionnez la cellule dans laquelle doit apparaître le graphique.

2 Dans le groupe *Insertion>Graphiques sparkline*, cliquez sur l'un des trois boutons.

3 Dans la boîte de dialogue qui apparaît alors, cliquez dans la case *Plage de données* et, en arrière-plan, cliquez-glissez sur la plage de cellules contenant les données à représenter. Cliquez sur *OK* pour finaliser le tracé de votre graphique.

4 L'onglet contextuel *Outils sparkline>Création* apparaît en même temps que le graphique avec tous les paramètres nécessaires à la modification de ce dernier.

BONNE PRATIQUE Ne pas surdimensionner les graphiques

Un *graphique sparkline* doit tenir dans une cellule et rester lisible. Il est donc fortement conseillé de ne représenter que très peu de données à la fois.

Tirer le meilleur parti des trois types de graphiques sparkline

Le modèle *Histogramme* représente chaque valeur à l'aide d'une pile pour former un histogramme. Excel construit l'échelle du graphique en faisant en sorte que la plus petite valeur soit tout juste visible et que la plus grande occupe presque toute la hauteur de la cellule. Les valeurs centrales sont tracées en fonction de cette échelle.

Le modèle *Courbes* représente les valeurs à l'aide d'un point, chacun étant relié au suivant pour former une courbe. Le calcul de l'échelle est fait exactement comme pour le modèle *Histogramme*.



Figure 2–32 Les trois types de graphiques peuvent être générés à partir de l'onglet Insertion, groupe Graphiques sparkline.

Le modèle *Positif/Négatif* n'a pas comme objectif de représenter les valeurs à l'échelle. Chaque valeur est représentée par une pile de taille unique. Dans ce modèle, Excel se contente de distinguer les valeurs positives des valeurs négatives, ces dernières étant représentées sous une barre imaginaire qui couperait la cellule en deux.

Distinguer cinq types de valeurs dans un graphique sparkline

Dans les trois modèles, cinq types de valeurs peuvent être distingués par des couleurs différentes :

- les valeurs négatives ;
- la première valeur ;
- la dernière valeur ;
- la plus grande valeur ;
- la plus petite valeur.

Par défaut, toutes les valeurs ont la même couleur, c'est celle du *sparkline*. Vous pouvez la modifier globalement en déroulant *Outils sparkline>Création>Couleur sparkline*, puis en choisissant la couleur qui vous convient.

Pour distinguer par la couleur l'une des cinq entités évoquées plus haut, vous pouvez :

- soit cocher la case correspondante dans le groupe *Afficher* de l'onglet contextuel *Outils sparkline>Création*. Dans ce cas, Excel attribue une couleur par défaut, mais différente de la couleur du graphique général ;
- soit dérouler *Outils sparkline>Création>Style>Couleur de marqueur* et choisir la couleur qui vous convient dans l'article déroulant correspondant à l'élément que vous souhaitez distinguer.



Figure 2–33 L'onglet contextuel des graphiques sparkline permet de modifier tous leurs paramètres.

ALLER PLUS LOIN Jouer avec les spécificités du modèle Courbes

Si vous avez choisi le modèle *Courbes*, vous pouvez jouer avec deux paramètres supplémentaires :

- l'épaisseur de la courbe, que vous réglez dans l'élément déroulant *Épaisseur*, qui se trouve lui-même dans le bouton déroulant *Couleur sparkline*, du groupe *Style* de l'onglet contextuel *Outils sparkline>Création* ;
- l'affichage des marqueurs (les points de la courbe), que vous réglez globalement pour tout le graphique en cochant ou décochant la case *Marqueurs* du groupe *Afficher* de l'onglet contextuel *Outils sparkline>Création*, mais que vous pouvez également régler entité par entité en utilisant le bouton déroulant *Couleur de marqueur* du groupe *Style*.

Gérer les graphiques sparkline en groupe ou individuellement

Si les graphiques doivent apparaître dans des cellules contiguës sur une ligne ou une colonne, vous pouvez en créer un, puis obtenir les suivants par cliquer-glisser effectué à partir de la poignée de recopie du premier. Dans ce cas, les graphiques sont automatiquement liés et la moindre transformation de couleur effectuée sur l'un d'eux est répercutée sur les autres. Si cette situation vous contrarie, vous pouvez les dissocier en sélectionnant les cellules dans lesquelles ils ont été tracés, puis en choisissant *Dissocier* dans le groupe *Groupe* de l'onglet contextuel *Outils sparkline>Création*.

L'état de graphiques groupés peut néanmoins présenter quelques avantages. En effet, nous avons vu que l'échelle changeait d'un graphique à l'autre, empêchant toute comparaison dans une même colonne. Quand les graphiques sont groupés, on peut paramétrer leur axe de manière à ce qu'ils soient tracés avec une échelle commune. Si c'est ce que vous désirez :

1. Sélectionnez les cellules contenant les graphiques.
2. Déroulez le bouton *Outils sparkline>Création>Groupe>Axe* et choisissez *Options - Valeur minimale de l'axe vertical>Identique pour tous les graphiques sparkline*.
3. Déroulez le bouton *Outils sparkline>Création>Groupe>Axe* et choisissez *Options - Valeur maximale de l'axe vertical>Identique pour tous les graphiques sparkline*.

Si vous le désirez, vous pouvez fixer vous-même des valeurs communes minimale et maximale en choisissant *Valeur personnalisée*, au sein du bouton déroulant *Axe*.

RAFFINEMENT Abscisses chronologiques

Si les données représentées correspondent à des dates qui ne se suivent pas avec une régularité parfaite, et si vous souhaitez lisser la représentation pour faire une extrapolation des valeurs « manquantes », vous pouvez choisir *Type de l'axe de date* dans le bouton déroulant *Outils sparkline>Création>Axe*. Cliquez-glissez en arrière-plan pour sélectionner la plage de cellules contenant les dates et cliquez sur *OK*.

Utiliser les mises en forme automatiques des graphiques sparkline

Nous venons de voir comment modifier les couleurs du graphique en maîtrisant chaque détail, mais il existe également des mises en forme prêtes à l'emploi dans la galerie de styles disponible pour chaque modèle, dans le groupe *Style* de l'onglet contextuel *Outils sparkline>Création*.

Modifier le type et les données des graphiques sparkline

Pour modifier le type de représentation, utilisez l'un des trois boutons du groupe *Type* de l'onglet contextuel *Outils sparkline>Création*.

Pour modifier la plage de données représentée, suivant que les graphiques sont isolés ou groupés, choisissez *Modifier les données d'un seul graphique sparkline* ou *Modifier les données et l'emplacement du groupe* dans le bouton déroulant *Modifier les données* du groupe *Graphique sparkline* de l'onglet contextuel *Outils sparkline>Création*.

De même, l'effacement se gère individuellement ou en groupe en choisissant l'article adéquat dans le bouton déroulant *Outils sparkline>Création>Groupe>Effacer*.

Vous pouvez influer sur la représentation des cellules masquées ou des cellules vides en choisissant *Cellules masquées et vides* dans le bouton déroulant *Outils sparkline>Création>Graphique sparkline>Modifier les données*.

AIDE Que faire dans les cas désespérés ?

Presser la touche *F1* (ou *FN+F1*) équivaut à cliquer sur le bouton d'*Aide* (point d'interrogation situé dans le coin supérieur droit des fenêtres ou des boîtes de dialogue). Avec Excel 2010, l'aide proposée hors connexion est conséquente, tout en sachant que le matériel fourni en ligne est plus riche. En revanche, hors connexion, Excel 2013 ne propose rien ou affiche vraiment n'importe quoi. Seules les fonctions préprogrammées demeurent bien commentées. En effet, si à partir de la boîte de dialogue *Insérer une fonction*, vous cliquez sur *Aide sur cette fonction* (dans le coin inférieur gauche), Excel ouvre une page d'aide avec une définition détaillée de son rôle et de ses arguments, ainsi que plusieurs exemples d'utilisation. Ne négligez ni l'information véhiculée dans les infobulles qui apparaissent au moindre survol, ni Internet et ses nombreux forums.

Enfin, vous pouvez choisir la langue dans laquelle sera exprimée l'aide ainsi que les infobulles, en modifiant les paramètres accessibles dans *Fichier>Options>Langue*.

Domptez les grands tableaux

3

Excel offre des outils d'analyse et de synthèse si puissants que vous serez sans doute amené à manipuler régulièrement de très grands tableaux. Pour que ces manipulations ne tournent pas au cauchemar, vous devez maîtriser un certain nombre de techniques.



SOMMAIRE

- Mise en forme conditionnelle
- Plans
- Tris
- Sous-totaux
- Filtres
- Tableaux croisés

MOTS-CLÉS

- Critère
- Filtre
- Graphique croisé
- Mise en forme conditionnelle

- Plan
- Règle de mise en forme
- Sous-total
- Tableau croisé
- Tri

Lorsque vous vous trouvez face à un grand tableau, que cherchez-vous à faire ? Tout d'abord, vous essayez de vous repérer facilement ; pour cela, vous devez avoir intégré toutes les techniques de navigation. Ensuite, vous avez besoin d'appréhender ses données à travers des lectures plus ou moins synthétiques. Pour y parvenir, Excel met à votre disposition toute une panoplie d'outils :

- une mise en forme conditionnelle qui, à l'aide de quelques symboles explicites, indique que les valeurs se trouvent au-dessus ou en dessous d'un certain seuil ;
- un plan qui, selon son degré de déploiement, donne à lire la structure ou le détail ;
- un filtre qui va aider à isoler certaines données ;
- des sous-totaux automatiques ou des tableaux croisés dynamiques, capables d'analyser en une fraction de seconde des listings gigantesques pour en faire surgir des résultats statistiques précis.

> **RAPPEL Pour réviser vos techniques de navigation**
>
> Une bonne maîtrise des techniques de navigation est indispensable avec les grands tableaux. Nous vous invitons à consulter dans le chapitre 2 les sections correspondantes.

Des mises en forme qui s'adaptent elles-mêmes au contexte

Au chapitre 2, nous avons étudié diverses techniques de mise en forme, mais elles étaient pour la plupart statiques. En effet, à partir du moment où vous aviez décidé d'attribuer une couleur bleue au fond d'une cellule, cette dernière restait bleue quel que soit son contenu.

Le principe des mises en forme conditionnelles est plus puissant, puisque, au lieu d'imposer vous-même un format, vous indiquez à Excel les règles à suivre pour qu'il le mette en place lui-même.

Des mises en forme conditionnelles prêtes à l'emploi

Le bouton déroulant qui offre toutes les options de mises en forme conditionnelles se trouve sur l'onglet *Accueil* (bouton *Mise en forme conditionnelle* du groupe *Style*). Les 57 mises en forme prêtes à l'emploi proposées dans les cinq premières listes déroulantes peuvent être appliquées telles quelles. Pour cela :

1. Sélectionnez la plage concernée.
2. Choisissez ce qui vous convient dans le bouton déroulant *Mise en forme conditionnelle* du groupe *Accueil>Style*.

Il est également possible de les personnaliser après coup. Pour cela :

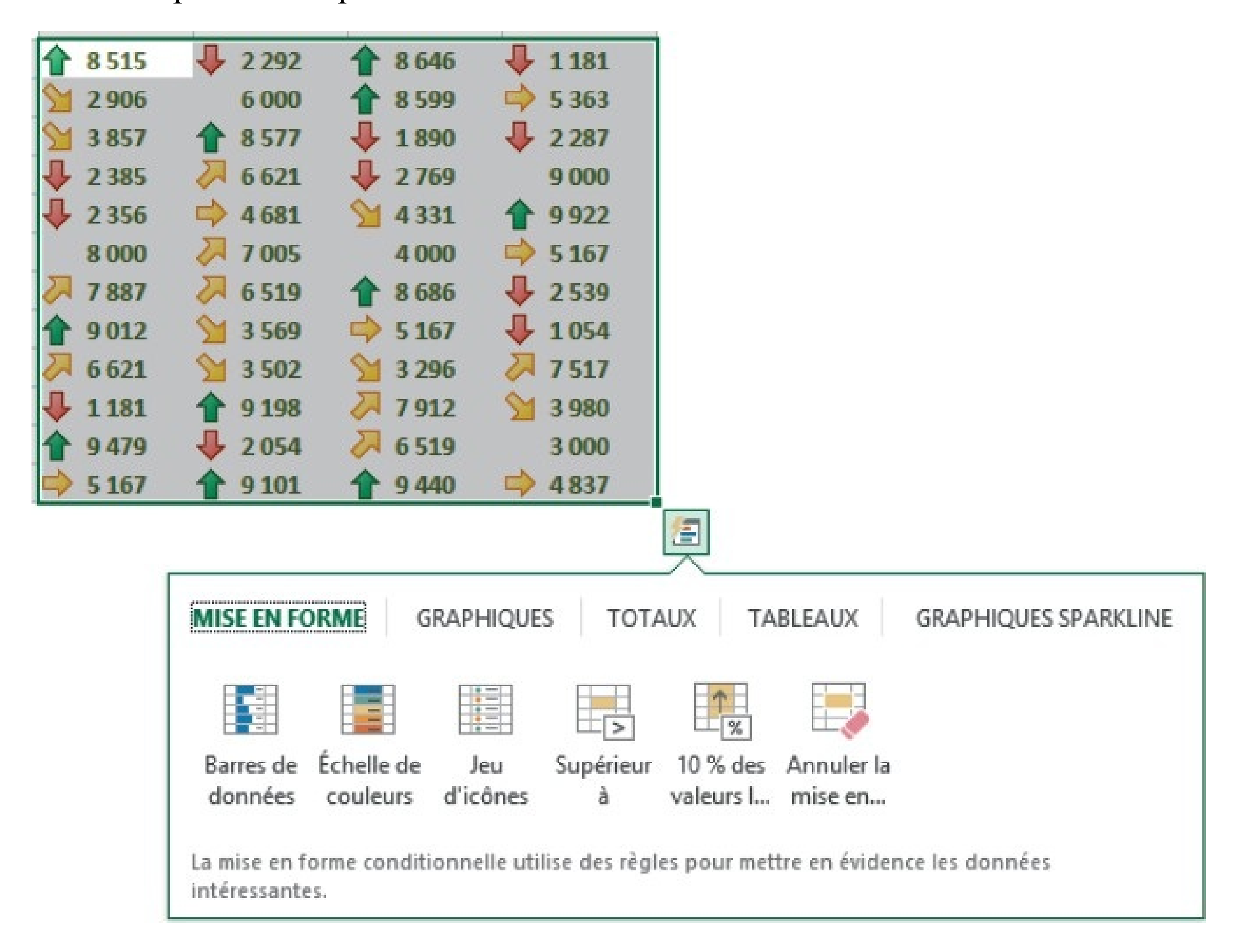
1 Sélectionnez la plage.

2 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Gérez les règles*.

3 Cliquez sur le bouton *Modifier la règle* et utilisez la boîte de dialogue qui apparaît alors pour effectuer vos réglages. Cliquez deux fois de suite sur *OK* pour valider vos modifications.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Bouton Analyse rapide

Lorsque vous sélectionnez une plage, Excel 2013 affiche dans son coin inférieur droit un bouton *Analyse rapide*. Si vous cliquez sur ce dernier, vous accédez à plusieurs outils destinés à « faire parler vos données ». Parmi ceux-ci, vous trouverez les mises en forme conditionnelles (il suffit de cliquer sur l'onglet *Mise en forme*). Vous n'aurez plus qu'à faire votre choix dans une sélection de quelques modèles prêts à l'emploi.



8 515	2 292	8 646	1 181
2 906	6 000	8 599	5 363
3 857	8 577	1 890	2 287
2 385	6 621	2 769	9 000
2 356	4 681	4 331	9 922
8 000	7 005	4 000	5 167
7 887	6 519	8 686	2 539
9 012	3 569	5 167	1 054
6 621	3 502	3 296	7 517
1 181	9 198	7 912	3 980
9 479	2 054	6 519	3 000
5 167	9 101	9 440	4 837

Figure 3–1 Le bouton Analyse rapide donne un accès direct à quelques options de mise en forme conditionnelle.

Faire le maximum avec les deux premiers types de mise en forme conditionnelle

PRATIQUE Bon usage des deux premières listes déroulantes

Toutes les commandes proposées dans les deux premières listes déroulantes (*Règles de mise en surbrillance des cellules* et *Règles des valeurs plus/moins élevées*) ont un fonctionnement similaire. Pour chacune, Excel propose une règle et un choix de six mises en forme automatiques. À chaque fois, vous pouvez adapter la règle proposée en fixant vos propres valeurs de seuil. Vous avez toujours la possibilité de préciser une mise en forme personnalisée en indiquant vos propres paramètres de remplissage, bordure, format de nombre, style et couleur de police.

Mise en forme conditionnelle selon des seuils

Tableau 3–1 Règles de mise en surbrillance des cellules

Option	Résultat
Supérieur à	Toutes les cellules affichant une valeur supérieure à un certain seuil.
Inférieur à	Toutes les cellules affichant une valeur inférieure à un certain seuil.
Entre	Toutes les cellules affichant une valeur comprise dans une certaine fourchette.
Égal à	Toutes les cellules affichant une valeur égale à un certain nombre.
Texte qui contient	Toutes les cellules affichant une certaine chaîne de caractères.
Une date se produisant	Toutes les cellules contenant une date située dans une période définie en fonction de la date du jour (la semaine précédente, le mois suivant, etc.).
Valeurs en double	Toutes les cellules affichant la même valeur qu'une autre cellule de la sélection.

Mise en forme conditionnelle des valeurs extrêmes

Tableau 3–2 Règles des valeurs plus/moins élevées

Option	Résultat
10 valeurs les plus élevées	Par défaut, les dix valeurs les plus élevées de la sélection. Vous pouvez fixer votre palier entre 1 et le nombre total de cellules dans la sélection. Excel gère les ex-aequo.
10% les plus élevées	Par défaut, le premier décile de valeurs les plus élevées. Vous pouvez fixer votre palier entre 1 et 100 %.
10 valeurs les moins élevées	Par défaut, les dix valeurs les moins élevées de la sélection. Vous pouvez fixer votre palier entre 1 et le nombre total de cellules dans la sélection. Excel gère les ex-aequo.

10% les moins élevées	Par défaut, le premier décile de valeurs les moins élevées. Vous pouvez fixer votre palier entre 1 et 100 %.
Valeurs supérieures à la moyenne	Toutes les cellules affichant une valeur supérieure à la moyenne calculée à partir de toutes les cellules de la sélection.
Valeurs inférieures à la moyenne	Toutes les cellules affichant une valeur inférieure à la moyenne calculée à partir de toutes les cellules de la sélection.

Comprendre les enjeux des trois derniers types de mise en forme conditionnelle

Mise en forme conditionnelle avec des barres de données

Dans cette liste déroulante, Excel propose six vignettes dégradées et six unies dont l'objet est de tracer, dans les cellules de la sélection, des barres de couleur proportionnelles aux valeurs affichées. S'il y a des valeurs négatives, elles sont automatiquement représentées en rouge, à gauche d'un axe vertical matérialisé par une ligne pointillée placée à un même retrait du bord gauche de chaque cellule. S'il n'y a aucune valeur négative, les barres sont directement calées sur la gauche des cellules.

Mise en forme conditionnelle avec des nuances de couleurs

Dans cette liste déroulante, Excel propose douze vignettes mixant deux ou trois couleurs. S'il propose trois couleurs, la première est calée sur la valeur maximale, la deuxième sur la médiane et la troisième sur la plus petite valeur. Entre elles, un dégradé est automatiquement géré par le tableur selon la position entre ces trois seuils. Avec deux couleurs, la logique est la même, en occultant la médiane. Avec deux couleurs, vous avez la possibilité de préciser ce qui doit être considéré comme maximum ou minimum ; avec trois, vous pouvez décaler le curseur de la médiane vers d'autres centiles.

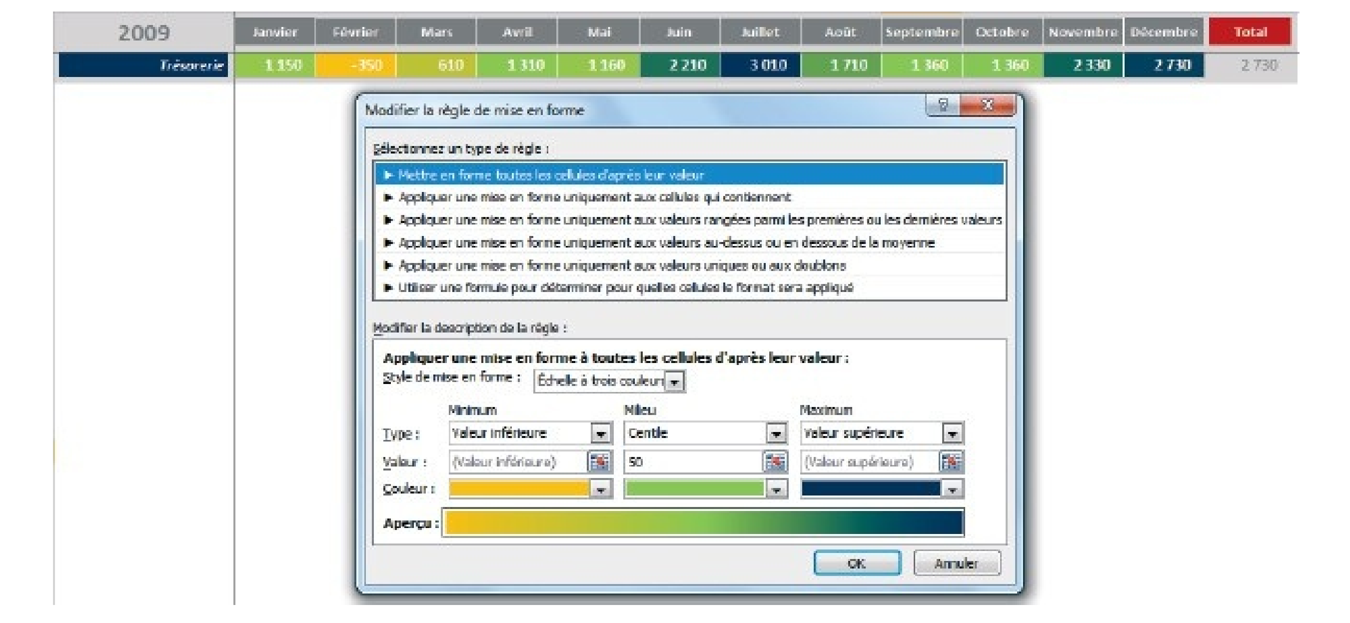


Figure 3–2 La ligne trésorerie a été mise en forme à partir de la liste déroulante Nuances de couleurs. Les couleurs ont ensuite été personnalisées à partir de l'article Gérer les règles, puis du bouton Modifier la règle.

Mise en forme conditionnelle avec des jeux d'icônes

Dans cette liste déroulante, Excel propose dix jeux de trois icônes, six jeux (cinq sous Excel 2013) de quatre icônes et quatre jeux (cinq sous Excel 2013) de cinq. Avec trois icônes, Excel propose un premier palier au centile `33` et un second au centile `67`. Avec quatre icônes, il propose trois paliers à `25`, `50` et `75`. Avec cinq icônes, il propose quatre paliers à `20, 40, 60` et `80`.

Pour modifier ces seuils, choisissez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle>Gérer les règles*, sélectionnez la règle concernée et cliquez sur *Modifier la règle*.

Organiser les règles de mise en forme conditionnelle

Dans la section précédente, on a vu qu'il était possible de personnaliser les seuils et les couleurs des mises en forme proposées par défaut par Excel. Or, vous pouvez aller plus loin en appliquant plusieurs règles à une même sélection, ou en utilisant une formule pour définir vos propres règles.

Créer ses propres règles de mise en forme conditionnelle

Nous allons aborder les deux techniques de personnalisation à travers trois exemples concrets : la mise en place d'une série de seuils, la mise en évidence des week-ends dans une série de dates et le tramage des lignes paires d'une sélection.

Mettre en place une série de seuils dans une mise en forme conditionnelle

On souhaite appliquer une nouvelle mise en forme à la ligne de trésorerie présentée à la

figure 3-2. Cette fois, il s'agit de faire ressortir quatre seuils : `0`, `1 000`, `1 500` et `2 500`.

1 Sélectionnez la plage contenant les valeurs de la trésorerie.

2 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Règles de mise en surbrillance des cellules>Supérieur à*.

3 Dans la boîte de dialogue, entrez `2 500` et déroulez la liste pour choisir *Format personnalisé*.

4 Dans l'onglet *Remplissage*, choisissez *Violet (couleur standard)*. Dans l'onglet *Police*, sélectionnez *Gras* et *Blanc, Arrière-plan 1*. Cliquez deux fois sur *OK* pour valider vos choix.

5 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Règles de mise en surbrillance des cellules>Inférieur à*.

6 Dans la boîte de dialogue, entrez `1 500` et déroulez la liste pour choisir *Format personnalisé*.

7 Dans l'onglet *Remplissage*, choisissez *Bleu clair (couleur standard)*. Dans l'onglet *Police*, sélectionnez *Gras* et *Blanc, Arrière-plan 1*. Cliquez deux fois sur *OK* pour valider vos choix.

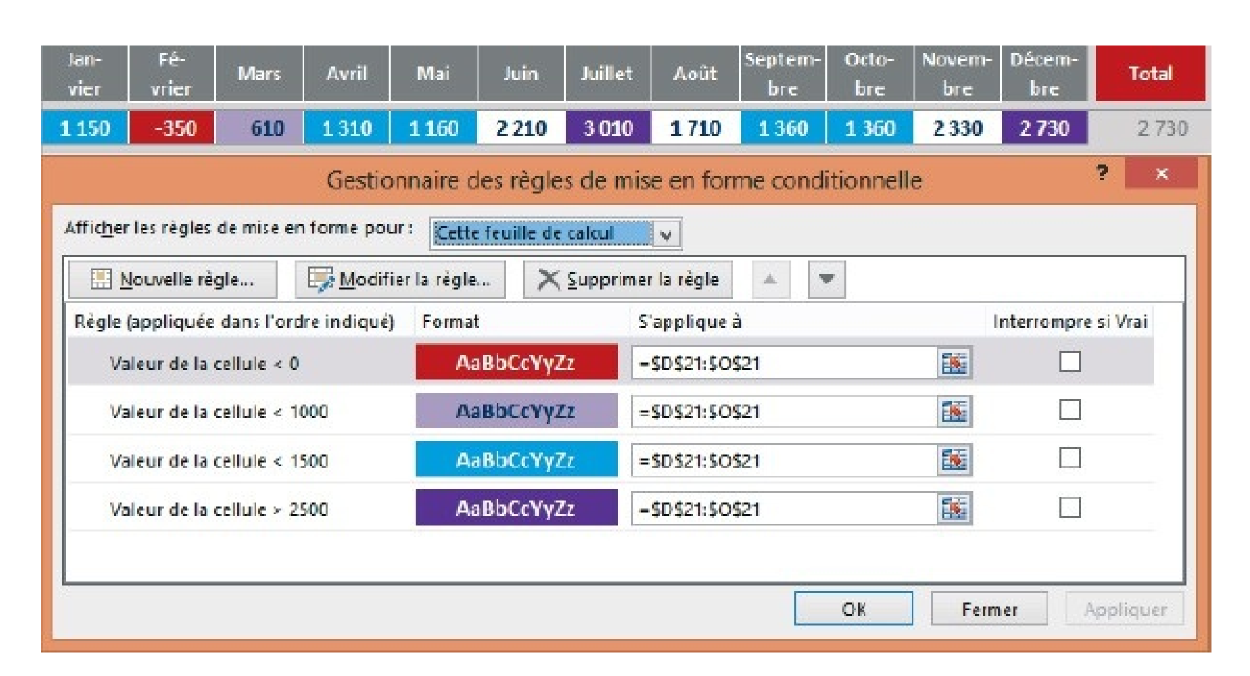


Figure 3–3 La mise en forme de la ligne trésorerie fait bien ressortir les quatre seuils. Le gestionnaire a gardé la trace des quatre règles mises en place successivement.

8 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Règles de mise en surbrillance des cellules>Inférieur à*.

9 Dans la boîte de dialogue, entrez `1 000` et déroulez la liste pour choisir *Format personnalisé*.

10 Dans l'onglet *Remplissage*, choisissez *Violet, Accentuation4, plus clair 60 %*. Dans l'onglet *Police*, sélectionnez *Gras* et *Bleu foncé (couleur standard)*. Cliquez deux fois

sur *OK* pour valider vos choix.

11 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Règles de mise en surbrillance des cellules>Inférieur à*.

12 Dans la boîte de dialogue, entrez `0` et déroulez la liste pour choisir *Format personnalisé*.

13 Dans l'onglet *Remplissage*, choisissez *Rouge foncé (couleur standard)*. Dans l'onglet *Police*, sélectionnez *Gras* et *Blanc, Arrière-plan 1*. Cliquez deux fois sur *OK* pour valider vos choix.

COMPRENDRE L'ordre est important

Les quatre seuils n'ont pas été saisis au hasard. L'ordre dans lequel ils ont été entrés a son importance. Faites l'expérience et utilisez les flèches *Monter* et *Descendre* pour réorganiser vos seuils en les plaçant du haut en bas dans l'ordre : `1 500`, `1 000`, `0` et `2 500`. Après validation de ces nouveaux choix, vous constatez immédiatement que les couleurs `Rouge` et `Mauve pâle` ont disparu. En effet, Excel applique les règles en les explorant de haut en bas, et dès qu'il rencontre une valeur inférieure à `1 500`, il la met en `Bleu clair`. Les valeurs inférieures à `1 000` et `0` étant, de fait, inférieures à `1 500`, c'est toujours cette première règle qui est appliquée.
En revanche, si vous les remettez dans l'ordre `0`, `1 000`, `1 500` et `2 500`, Excel pourra correctement utiliser les trois premières règles.

Faire ressortir automatiquement les week-ends dans un planning

À partir d'une série de dates, on souhaite que les week-ends apparaissent systématiquement en italique sur fond orange. Sur le modèle proposé, seule la première date est saisie, les autres se déduisent des précédentes en ajoutant `1` à chaque fois. L'ensemble est donc complètement dynamique et peut changer du tout au tout, au gré de la modification de la première date.

	A
1	mardi 15 juin 2010
2	mercredi 16 juin 2010
3	jeudi 17 juin 2010
4	vendredi 18 juin 2010
5	*samedi 19 juin 2010*
6	*dimanche 20 juin 2010*
7	lundi 21 juin 2010
8	mardi 22 juin 2010
9	mercredi 23 juin 2010
10	jeudi 24 juin 2010
11	vendredi 25 juin 2010
12	*samedi 26 juin 2010*
13	*dimanche 27 juin 2010*
14	lundi 28 juin 2010
15	mardi 29 juin 2010
16	mercredi 30 juin 2010
17	jeudi 1 juillet 2010
18	vendredi 2 juillet 2010
19	*samedi 3 juillet 2010*
20	*dimanche 4 juillet 2010*

Figure 3–4 La mise en forme conditionnelle fait ressortir automatiquement les week-ends. Si la première date de la série est modifiée, les autres dates sont mises à jour et les cellules en orange sont automatiquement décalées pour continuer de refléter l'emplacement des week-ends.

1 Sélectionnez la plage contenant les dates.
2 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Nouvelle règle*.
3 Dans la fenêtre *Sélectionnez un type de règle*, choisissez *Utiliser une formule pour déterminer pour quelles cellules le format sera appliqué*.
4 Dans la case *Appliquer une mise en forme aux valeurs pour lesquelles cette formule est vraie*, entrez `=OU(JOURSEM(A1)=7;JOURSEM(A1)=1)` et cliquez sur le bouton *Format*.

> **CONSEIL Connaissance des fonctions utilisées**
>
> Pour en savoir plus sur les fonctions *OU* et *JOURSEM*, consultez le chapitre 5.

5 Sélectionnez *Italique* dans l'onglet *Police* et *Orange (couleur standard)* dans l'onglet *Remplissage*. Cliquez deux fois sur *OK* pour valider votre mise en forme.

Vous voyez instantanément les week-ends apparaître sur fond orange.

Installer une mise en couleur d'une ligne sur deux qui résiste au temps

Vous souhaitez tramer un tableau en installant une couleur de fond une ligne sur deux. Si

vous passez par les voies « normales », toute insertion ou suppression de ligne remettra totalement en cause ce bel ordonnancement et vous devrez « rafraîchir » régulièrement votre mise en forme. En passant par une mise en forme conditionnelle, vous commandez à Excel de mettre en couleurs toutes les lignes paires ou impaires d'une plage. Ainsi, même si votre tableau évolue, la mise en forme s'adaptera automatiquement.

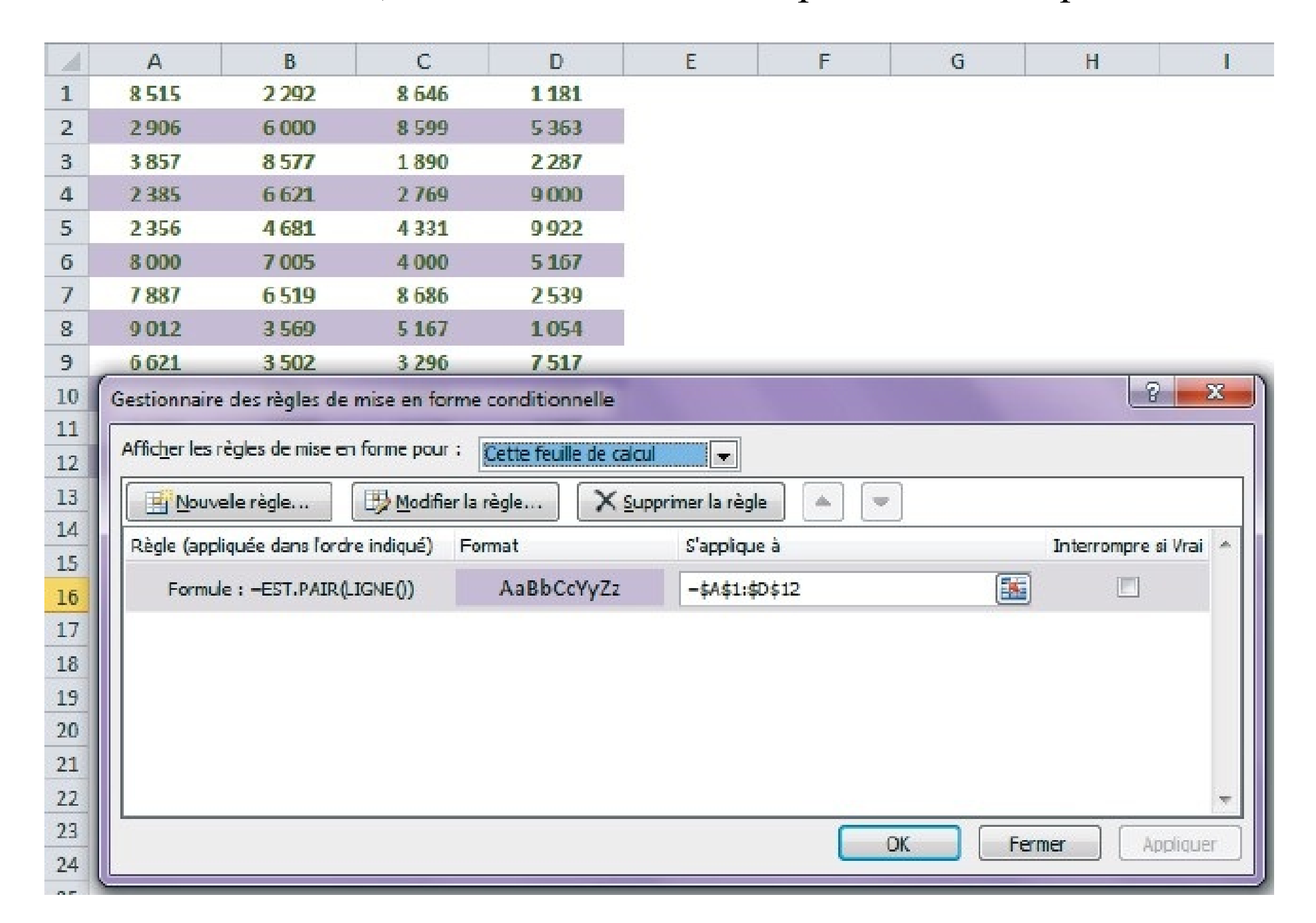


Figure 3–5 La mise en forme conditionnelle installée sur ces quelques lignes fait apparaître en mauve les fonds de cellules situées sur des lignes paires.

1 Sélectionnez la plage contenant les valeurs.

2 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Nouvelle règle*.

3 Dans la fenêtre *Sélectionnez un type de règle*, choisissez *Utiliser une formule pour déterminer pour quelles cellules le format sera appliqué*.

4 Dans la case *Appliquer une mise en forme aux valeurs pour lesquelles cette formule est vraie* entrez `=EST.PAIR(LIGNE())`, puis cliquez sur le bouton *Format*.

CONSEIL Connaissance des fonctions utilisées

Pour en savoir plus sur les fonctions *EST.PAIR* et *LIGNE*, consultez le chapitre 5.

5 Sélectionnez *Violet, Accentuation4, plus clair 60 %* dans l'onglet *Remplissage*. Cliquez deux fois sur *OK* pour valider votre mise en forme.

Vous voyez instantanément les lignes paires apparaître sur fond mauve.

Ménager des exceptions dans une mise en forme conditionnelle

Dans la boîte de dialogue *Gestionnaire des règles de mise en forme conditionnelle*, vous avez dû apercevoir sur la droite la rubrique *Interrompre si Vrai*. Cette option sert à exclure certaines cellules de la mise en forme.

	A	B	C	D
1	8 515	2 292	8 646	1 181
2	2 906	6 000	8 599	5 363
3	3 857	8 577	1 890	2 287
4	2 385	6 621	2 769	9 000
5	2 356	4 681	4 331	9 922
6	8 000	7 005	4 000	5 167
7	7 887	6 519	8 686	2 539
8	9 012	3 569	5 167	1 054
9	6 621	3 502	3 296	7 517
10	1 181	9 198	7 912	3 980
11	9 479	2 054	6 519	3 000
12	5 167	9 101	9 440	4 837

Figure 3–6 On souhaite illustrer la position de chaque valeur par une icône, sans que les multiples de mille soient évalués.

1 Sélectionnez la plage de cellules à mettre en forme.

2 Déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Jeux d'icônes>5 Flèches (en couleur)*.

3 Toujours à partir de la même sélection, déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Nouvelle règle*.

4 Dans la fenêtre *Sélectionnez un type de règle*, choisissez *Utiliser une formule pour déterminer pour quelles cellules le format sera appliqué*.

5 Dans la case *Appliquer une mise en forme aux valeurs pour lesquelles cette formule est vraie* entrez `=(A1/1000)=ENT(A1/1000)`, puis cliquez sur *OK*.

CONSEIL Connaissance des fonctions utilisées

Pour en savoir plus sur la fonction *ENT*, consultez le chapitre 12.

6 Toujours à partir de la même sélection, déroulez *Accueil>Style>Mise en forme conditionnelle* et choisissez *Gérer les règles*.

7 Au niveau de la première règle, cochez la case *Interrompre si Vrai* et cliquez sur *OK*.

Gérer la liste des règles de mise en forme conditionnelle

Lorsque vous êtes dans la boîte de dialogue *Gestionnaire des règles de mise en forme*

conditionnelle, vous pouvez agir sur toutes les règles définies dans toutes les feuilles du classeur.

Modifier l'ordre des règles de mise en forme conditionnelle

On a vu un peu plus haut comment modifier l'ordre des règles (mais attention aux conséquences !).

Supprimer une règle de mise en forme conditionnelle

Utilisez le bouton *Supprimer* pour éliminer la règle sélectionnée dans la fenêtre. Vous pourriez également passer par le menu déroulant *Effacer les règles* (en bas du bouton déroulant *Mise en forme conditionnelle*), mais vous ne pourrez pas travailler aussi finement qu'avec le bouton *Supprimer*.

Accéder à toutes les règles de mise en forme conditionnelle définies dans le classeur

Si vous avez pris soin de sélectionner la plage concernée par les modifications que vous envisagez, Excel propose par défaut les règles définies dans cette plage. En revanche, vous pouvez utiliser la liste déroulante *Afficher les règles de mise en forme pour* afin de choisir la feuille contenant les règles à modifier.

Modifier une règle de mise en forme conditionnelle

Pour modifier une règle, sélectionnez-la (elle est définie par une plage de cellules et une condition) et cliquez sur le bouton *Modifier la règle*.

Figure 3–7 À partir de cette boîte de dialogue, vous pouvez modifier tous les paramètres de la règle sélectionnée et même changer sa nature profonde (la logique sur laquelle elle est fondée).

Une fois dans cette boîte de dialogue (dont l'aspect est sensiblement différent selon la nature de la règle à modifier), vous êtes libre d'agir sur tous les paramètres (formules personnalisées, valeurs, seuils, couleurs, etc.) et de mixer des icônes pour constituer des ensembles non prévus à l'origine dans Excel, mais vous ne pouvez pas paramétrer à votre guise la couleur des icônes. Commencez par sélectionner un type de règle dans la partie supérieure de la boîte (elles reprennent grosso modo les mêmes catégories que dans les menus déroulants), puis une mise en forme en faisant votre choix dans la liste *Style de mise en forme* ou en cliquant sur le bouton *Format*.

Un plan pour structurer le chaos

Le principe du mode plan est d'installer une hiérarchie entre les lignes ou les colonnes de la feuille. Une fois installée, cette dernière est utile pour contracter ou déployer l'ensemble du tableau afin de ne faire apparaître que les grands résultats, ou au contraire, afficher l'intégralité du détail.

Élaborer un plan

Vous pouvez construire un plan « à la main », en sélectionnant des lignes ou des colonnes et en attribuant à chaque sélection un niveau particulier. Cependant, Excel vous offre également la possibilité de vous appuyer sur la structure de votre tableau (sur les formules) pour mettre en place un plan automatique.

Construire un plan automatique

Pour mettre en place un plan automatique :

1. Sélectionnez la plage de cellules concernée par ce plan.
2. Déroulez *Données>Plan>Grouper* et choisissez *Plan automatique*.

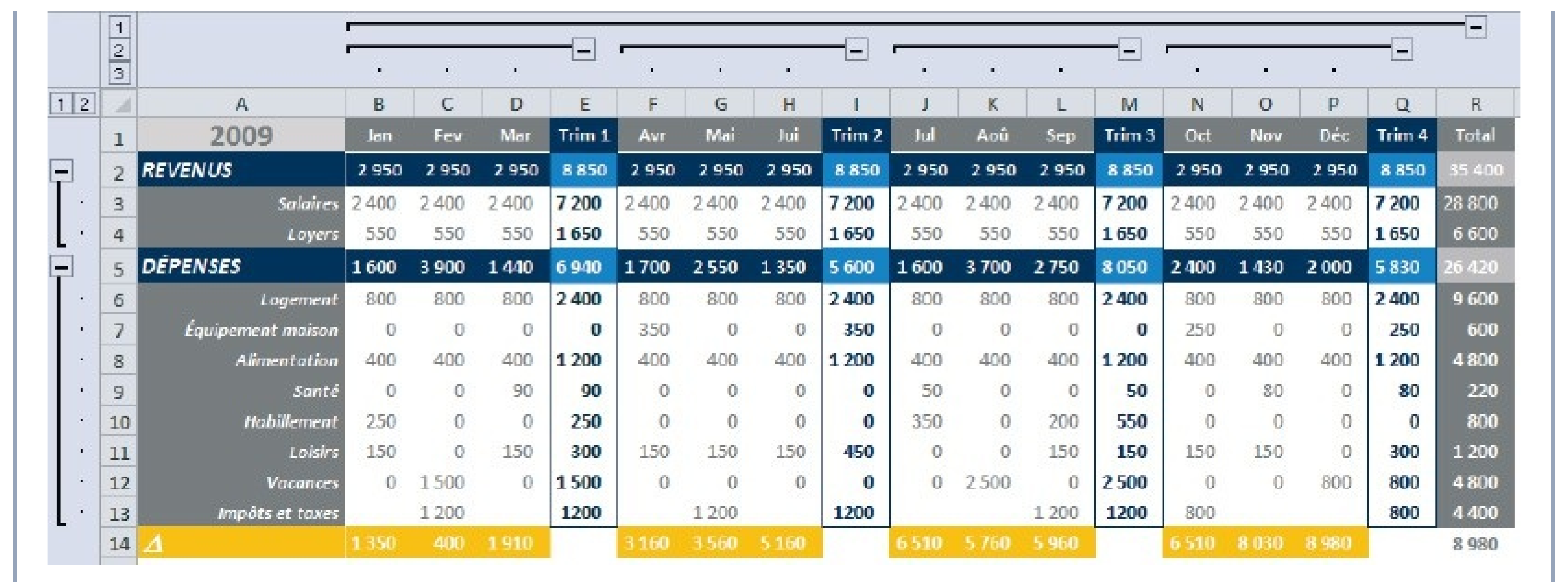
EN PRATIQUE Formules du tableau présenté figure 3-8

- La formule `=SOUS.TOTAL(9;B2:D2)` entrée en *E2* a été recopiée dans les plages *E3:E13*, *I2:I13*, *M2:M13* et *Q2:Q13*.
- La formule `=SOUS.TOTAL(9;B2:Q2)` entrée en *R2* a été recopiée en *R3:R13*.
- La formule `=SOMME(B3:B4)` entrée en *B2* a été recopiée dans les plages *C2:D2*, *F2:H2*, *J2:L2* et *N2:P2*.
- La formule `=SOMME(B6:B13)` entrée en *B5* a été recopiée dans les plages *C5:D5*, *F5:H5*, *J5:L5* et *N5:P5*.

Pour en savoir plus sur les fonctions *SOMME* et *SOUS.TOTAL*, consultez le chapitre 12.

COMPRENDRE Sur quoi Excel se fonde-t-il pour construire son plan automatique ?

Les formules mises en place dans un tableau lui confèrent une certaine structure. Si l'on entre en *B10* la formule `=SOMME(B2:B9)`, on peut dire que la ligne 10 constitue une synthèse des lignes 2 à 9. La commande *Plan automatique* s'appuie sur les formules présentes dans la plage sélectionnée pour mettre en place le plan. Donc, avant de faire appel à la commande *Plan automatique*, vérifiez que la structure de votre tableau le permet.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	2009	Jan	Fev	Mar	Trim 1	Avr	Mai	Jui	Trim 2	Jul	Aoû	Sep	Trim 3	Oct	Nov	Déc	Trim 4	Total
2	REVENUS	2 950	2 950	2 950	8 850	2 950	2 950	2 950	8 850	2 950	2 950	2 950	8 850	2 950	2 950	2 950	8 850	35 400
3	Salaires	2 400	2 400	2 400	7 200	2 400	2 400	2 400	7 200	2 400	2 400	2 400	7 200	2 400	2 400	2 400	7 200	28 800
4	Loyers	550	550	550	1 650	550	550	550	1 650	550	550	550	1 650	550	550	550	1 650	6 600
5	DÉPENSES	1 600	3 900	1 440	6 940	1 700	2 550	1 350	5 600	1 600	3 700	2 750	8 050	2 400	1 430	2 000	5 830	26 420
6	Logement	800	800	800	2 400	800	800	800	2 400	800	800	800	2 400	800	800	800	2 400	9 600
7	Équipement maison	0	0	0	0	350	0	0	350	0	0	0	0	250	0	0	250	600
8	Alimentation	400	400	400	1 200	400	400	400	1 200	400	400	400	1 200	400	400	400	1 200	4 800
9	Santé	0	0	90	90	0	0	0	0	50	0	0	50	0	80	0	80	220
10	Habillement	250	0	0	250	0	0	0	0	350	0	200	550	0	0	0	0	800
11	Loisirs	150	0	150	300	150	150	150	450	0	0	150	150	150	150	0	300	1 200
12	Vacances	0	1 500	0	1 500	0	0	0	0	0	2 500	0	2 500	0	0	800	800	4 800
13	Impôts et taxes		1 200		1200		1 200		1200			1 200	1200	800			800	4 400
14	⚠	1 350	400	1 910		3 160	3 560	5 160		6 510	5 760	5 960		6 510	8 030	8 980		8 980

Figure 3–8 Les formules entrées en colonnes E, I, M, Q et R, ainsi que celles entrées en lignes 2 et 5 ont servi de base à Excel pour créer son plan automatique.

Construire un plan manuel

Si la structure de votre tableau n'autorise pas l'automatisation, ou si vous souhaitez créer un plan qui ne corresponde pas aux formules déjà en place, construisez un plan manuel.

PERSONNALISER Paramètres du plan

Utilisez le lanceur du groupe *Données>Plan* pour accéder à la boîte de dialogue *Paramètres du plan*.

- Une case vous laisse choisir entre la ligne qui se trouve juste au-dessus des lignes sélectionnées et celle qui se trouve juste au-dessous, pour jouer le rôle de ligne de synthèse.
- Vous disposez d'un choix identique pour les colonnes : celle qui peut jouer le rôle de colonne de synthèse est placée soit juste à gauche des colonnes sélectionnées, soit juste à droite.
- En outre, cette boîte de dialogue permet d'appliquer des styles de plan automatiques. Si vous le demandez, ils viennent s'ajouter d'eux-mêmes à la liste des styles d'Excel.

Hiérarchiser les lignes d'un tableau

À partir de l'exemple proposé dans la section précédente (figure 3-8) et avec pour objectif de créer un plan semblable, mais sans utiliser l'automatisation, procédez ainsi :

1. Sélectionnez les têtes de lignes *3* à *4*.
2. Choisissez *Grouper* dans le bouton déroulant *Données>Plan>Grouper*. Excel considère que la ligne *2* est une synthèse des lignes *3* et *4*.
3. Sélectionnez les têtes de lignes *6* à *13*.
4. Choisissez *Grouper* dans le bouton déroulant *Données>Plan>Grouper*. Excel considère que la ligne *5* est une synthèse des lignes *6* à *13*.

> **EN PRATIQUE Multiplier les niveaux**
>
> Si vous voulez créer un niveau supplémentaire, il faut sélectionner les têtes de lignes *2* à *13*, et choisir à nouveau *Grouper*.

Hiérarchiser les colonnes d'un tableau

La procédure est exactement la même, mais en partant de la sélection des têtes de colonnes *B* à *D*, puis *F* à *H*, *J* à *L*, *N* à *P* et, enfin, pour le niveau supplémentaire, *B* à *Q*.

Utiliser un plan

Une fois le plan créé, cliquez sur ses symboles pour contracter ou développer le tableau.

Jouer sur l'affichage du plan

Les numéros définissent l'affichage ou le masquage d'un niveau entier. Les + ou les - agissent sur le développement ou le repli d'un élément particulier. Pour cela, vous pouvez également utiliser les boutons *Afficher les détails* ou *Masquer* du groupe *Plan* de l'onglet *Données*.

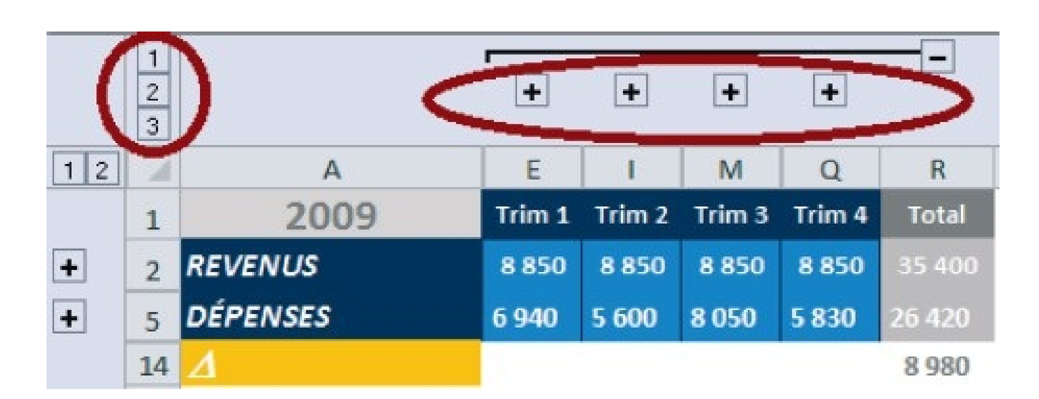


Figure 3–9 Pour obtenir cet affichage, on a cliqué sur le niveau 2 des colonnes et le niveau 1 des lignes.

> **PERSONNALISER Affichage des symboles du plan**
>
> Vous pouvez gérer l'affichage ou le masquage des symboles du plan en choisissant *Fichier>Options>Options avancées>Options d'affichage de la feuille de calcul*, puis en cochant ou décochant l'option *Afficher les symboles du plan si un plan est appliqué*.

Transformer le plan

Vous pouvez, à tout moment, ajouter ou supprimer un niveau sur la sélection de votre choix.

Supprimer un niveau du plan

Pour supprimer, par exemple, le niveau supplémentaire installé sur les lignes, il faut sélectionner les têtes de lignes *2* à *13*, puis choisir *Dissocier* dans le bouton déroulant *Données>Plan>Dissocier*.

Supprimer l'intégralité du plan

Si vous voulez vous débarrasser entièrement du plan, utilisez la commande *Effacer le plan*, que vous trouverez dans le bouton déroulant *Données>Plan>Dissocier*.

Des sous-totaux automatiques

Les premiers éléments de synthèse recherchés au début de l'analyse d'un grand tableau sont souvent les cumuls par catégorie. Pour les obtenir, Excel offre un outil idéal : les sous-totaux automatiques.

ATTENTION Votre tableau doit revêtir l'aspect d'une table

Pour utiliser la commande *Sous-total*, il faut que votre tableau soit structuré selon le modèle des tables d'une base de données. Pour cela, il doit ressembler à la figure 3-10. Une table peut réunir un ensemble d'adresses, de factures, de numéros de comptes, etc.

- En première ligne, elle contient des titres (des noms de rubriques explicitant le contenu de chaque colonne).
- Chacune des lignes suivantes correspond à une fiche (un ensemble d'éléments relatifs à un individu unique).

Les données de même nature sont saisies dans une même colonne. Si votre table réunit des adresses, vous trouverez une rubrique (une colonne) `Nom`, une rubrique `Prénom`, une rubrique `Adresse`, une rubrique `Code postal`, etc. et le contenu de chaque ligne correspondra aux coordonnées d'une personne unique.

Rubrique 1	Rubrique 2	Rubrique 3	Rubrique 4	Rubrique 5
Fiche 1 - Élément 1	Fiche 1 - Élément 2	Fiche 1 - Élément 3	Fiche 1 - Élément 4	Fiche 1 - Élément 5
Fiche 2 - Élément 1	Fiche 2 - Élément 2	Fiche 2 - Élément 3	Fiche 2 - Élément 4	Fiche 2 - Élément 5
Fiche 3 - Élément 1	Fiche 3 - Élément 2	Fiche 3 - Élément 3	Fiche 3 - Élément 4	Fiche 3 - Élément 5
Fiche 4 - Élément 1	Fiche 4 - Élément 2	Fiche 4 - Élément 3	Fiche 4 - Élément 4	Fiche 4 - Élément 5
Fiche 5 - Élément 1	Fiche 5 - Élément 2	Fiche 5 - Élément 3	Fiche 5 - Élément 4	Fiche 5 - Élément 5
Fiche 6 - Élément 1	Fiche 6 - Élément 2	Fiche 6 - Élément 3	Fiche 6 - Élément 4	Fiche 6 - Élément 5
Fiche 7 - Élément 1	Fiche 7 - Élément 2	Fiche 7 - Élément 3	Fiche 7 - Élément 4	Fiche 7 - Élément 5

Figure 3–10 Présentation schématique d'un tableau organisé selon le modèle des tables d'une base de données.

Pour calculer ses sous-totaux, Excel explore, de haut en bas, la colonne servant de critère aux regroupements. Il part de la première ligne du tableau sélectionné, puis passe d'une ligne à l'autre, à l'affût du premier changement. Tant que les contenus successifs de la colonne explorée sont identiques, il ne se passe rien. En revanche, dès qu'il rencontre un

contenu différent, il insère un premier sous-total, puis reprend son exploration à partir de cette première ligne différente. Il poursuit ainsi son travail jusqu'à épuisement des lignes du tableau sélectionné.

Si avant de demander le calcul des sous-totaux, vous avez omis de trier votre tableau en fonction de la colonne servant de critère, le résultat obtenu risque d'être totalement dénué d'intérêt. En effet, vous pouvez tout à fait vous retrouver avec plusieurs sous-totaux partiels pour un même élément. Aussi, avant de lancer la création des sous-totaux, il est absolument fondamental de trier le tableau sélectionné en fonction de la colonne qui servira de critère aux regroupements.

Trier un tableau

Pour trier un tableau, vous pouvez faire appel au bouton *Trier* du groupe *Données>Trier et filtrer*. Plus simplement, vous disposez aussi, dans le même groupe, des boutons *Trier de A à Z* et *Trier de Z à A*. Dans le premier cas, vous affichez la boîte de dialogue complète, munie de toutes ses options, et dans le deuxième cas, vous effectuez un tri instantané (croissant ou décroissant).

	A	B	C	D
1	Région	Année	Nb concerts	Nb pièces
2	Alsace	2005	2 668	2 343
3	Alsace	2006	2 013	2 493
4	Alsace	2007	1 593	1 759
5	Alsace	2008	1 750	1 407
6	Alsace	2009	1 345	3 241
7	Aquitaine	2005	1 798	2 654
8	Aquitaine	2006	1 452	1 206
9	Aquitaine	2007	2 438	1 783
10	Aquitaine	2008	2 305	2 311
11	Aquitaine	2009	2 500	2 657
12	Auvergne	2005	1 348	1 583
13	Auvergne	2006	1 050	1 086
14	Auvergne	2007	3 547	1 641
15	Auvergne	2008	2 782	1 661
16	Auvergne	2009	2 147	2 575
17	Basse-Normandie	2005	2 172	2 901
18	Basse-Normandie	2006	2 441	1 587
19	Basse-Normandie	2007	1 936	1 987
20	Basse-Normandie	2008	2 078	3 547
21	Basse-Normandie	2009	1 694	2 221

Figure 3–11 On a consigné dans un tableau le total annuel de concerts et de pièces exécutées dans chacune des régions de l'hexagone. Le tableau comprend quatre rubriques et s'étend jusqu'à la ligne 111.

Réaliser un tri simple

Imaginons que vous souhaitiez trier le tableau en fonction des années (ordre croissant), puis, à l'intérieur de chaque année, en fonction du nombre de concerts, en commençant par les lignes affichant les valeurs les plus grandes (ordre décroissant).

Pour cela, vous pouvez utiliser les deux boutons express, mais en sélectionnant les bonnes cellules et en faisant les tris dans un certain ordre.

1. Sélectionnez la cellule *C1* (rubrique *Nb concerts*).
2. Cliquez sur le bouton *Trier de Z à A*, dans le groupe *Données>Trier et filtrer*.
3. Sélectionnez la cellule *B1* (rubrique `Année`).
4. Cliquez sur le bouton *Trier de A à Z*, dans le groupe *Données>Trier et filtrer*.

Le tableau obtenu à la fin de cette procédure est bien trié en priorité par années, puis, à l'intérieur de chaque année, on trouve les régions présentées par nombre de concerts décroissants.

Réaliser un tri élaboré

Si vous avez besoin de préciser certaines options, utilisez plutôt le bouton *Trier* (groupe *Données>Trier et filtrer*). La boîte de dialogue *Tri* apparaît. Vous remarquez qu'elle affiche les paramètres du dernier tri effectué (même si celui-ci a été réalisé à partir des boutons de tri express).

> **CONSEIL Avant un tri, soignez votre sélection**
>
> Avant de cliquer sur le bouton *Trier*, placez-vous sur n'importe quelle cellule du tableau. Excel sélectionne automatiquement toutes les cellules remplies qui jouxtent la cellule sélectionnée au départ et donc, de proche en proche, l'ensemble du tableau (si ce dernier n'a pas de « trou »). Si vous voulez trier une plage particulière du tableau (avec le risque de le désorganiser), il faut au préalable sélectionner précisément cette plage. De plus, faites attention aux formules pouvant se trouver dans votre tableau. Un tri effectué sur elles peut introduire des résultats surprenants.

Désolidariser les en-têtes des lignes triées

Commencez par vérifier si la case *Mes données ont des en-têtes* est cochée ou non. Si elle est cochée, la première ligne n'est pas sélectionnée. Elle est donc exclue du tri.

Définir plusieurs clés de tri

Pour faire le même tri que celui réalisé quelques sections plus haut à partir des boutons express, procédez ainsi.

1. Choisissez `Année` dans la liste déroulante *Trier par*.

2 Choisissez *Du plus petit au plus grand* dans la liste déroulante *Ordre*.

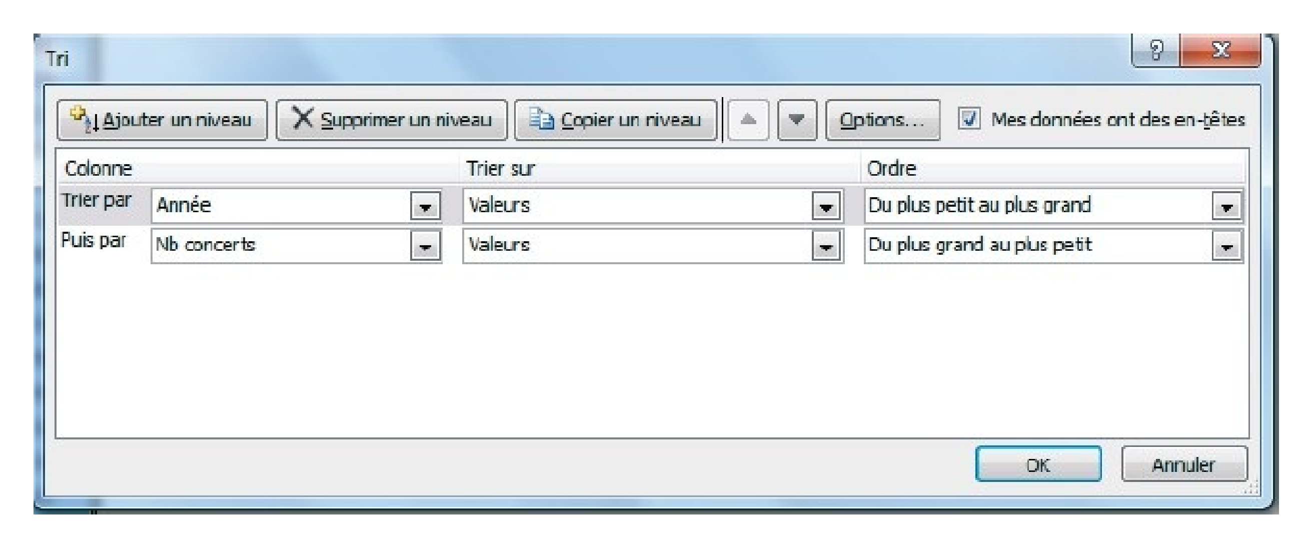


Figure 3–12 La boîte de dialogue Tri rend accessibles toutes les options de tri. Utilisez le bouton Ajouter un niveau si vous avez besoin d'une clé de tri supplémentaire.

3 Cliquez sur le bouton *Ajouter un niveau*.

4 Choisissez *Nb concerts* dans la liste déroulante *Puis par*.

5 Choisissez *Du plus grand au plus petit* dans la deuxième liste déroulante *Ordre* et cliquez sur *OK*.

EN PRATIQUE Organiser les clés de tri

- Une fois créées, les clés peuvent être réorganisées, modifiées ou supprimées. Pour cela, utilisez les boutons (les flèches) *Descendre* et *Monter*, ainsi que le bouton *Supprimer un niveau*.
- Si la mise au point d'une clé de tri vous a pris du temps et si vous avez besoin d'en créer une autre qui lui ressemble beaucoup, utilisez le bouton *Copier un niveau* pour commencer par récupérer l'ensemble de ses paramètres. Vous n'aurez plus qu'à modifier ensuite les quelques éléments dissemblables et éviterez ainsi de partir d'une définition ex-nihilo.

Trier un tableau par couleurs

Dans les listes déroulantes *Trier sur*, vous trouvez trois options étonnantes : *Couleur de cellule*, *Couleur de police*, *Icône de cellule*. Ces trois options font bien sûr référence à des mises en forme conditionnelles que vous auriez pu installer dans le tableau, mais elles fonctionnent également très bien à partir de mises en forme standards.

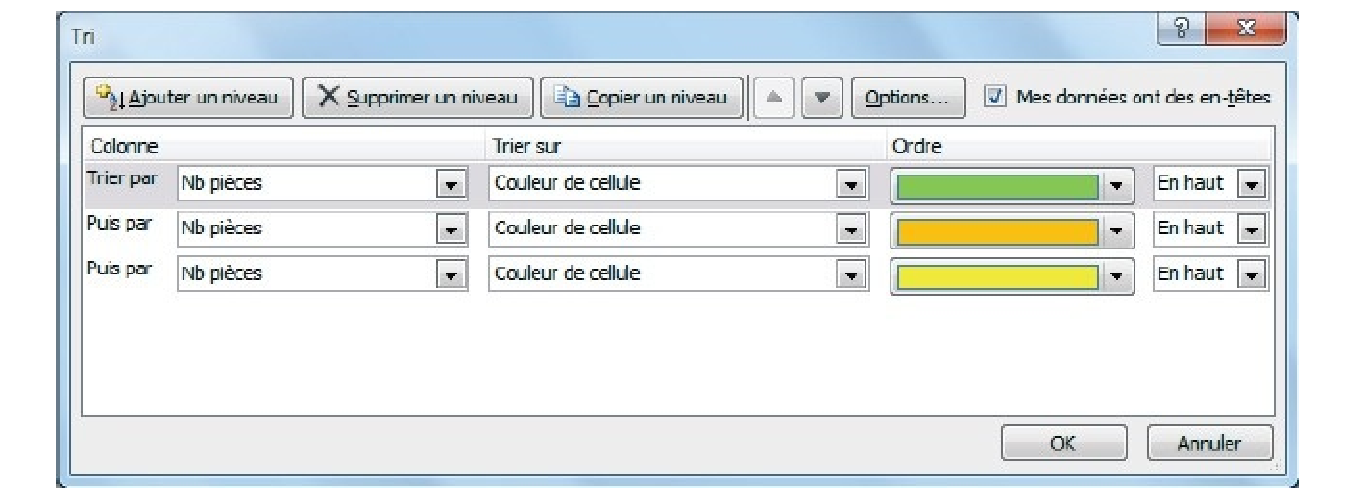


Figure 3–13 Ainsi remplie, cette boîte de dialogue va placer toutes les cellules vertes en haut de la liste, puis elle va afficher les oranges et enfin, les jaunes, pour laisser en bas de la liste toutes les cellules dans lesquelles aucune couleur n'a été appliquée.

Trier un tableau selon des listes personnalisées

Imaginons que votre société possède trois succursales : la plus importante à Paris, la deuxième à Bordeaux et la plus petite à Lyon. Vous aurez certainement des listes à trier en fonction de ces trois villes, dans un ordre qui n'est ni croissant, ni décroissant. Dans ce cas, commencez par créer une liste personnalisée avec, dans l'ordre : Paris, Bordeaux et Lyon. Utilisez-la ensuite comme clé de tri.

RAPPEL En savoir plus sur les listes personnalisées

Pour en savoir plus sur les listes personnalisées, consultez le chapitre 2.

1 Sélectionnez le tableau à trier.
2 Dans la boîte de dialogue *Tri*, sélectionnez la rubrique qui correspond à la colonne contenant les noms de ville, puis, au bout de la ligne, choisissez *Liste personnalisée* dans la liste déroulante *Ordre*.
3 Sélectionnez la liste personnalisée qui vous intéresse (en l'occurrence celle des villes) et cliquez sur *OK*.
4 Si vous déroulez à nouveau la liste *Ordre*, vous voyez apparaître deux nouveaux choix possibles : la liste des villes dans l'ordre de la liste personnalisée (`Paris, Bordeaux, Lyon`) et la même liste dans l'ordre inverse (`Lyon, Bordeaux, Paris`).

PARAMÈTRES Options de tri

Dans la boîte de dialogue *Tri*, vous disposez d'un bouton *Options*. Ce dernier donne accès à une autre boîte qui précise deux choses :

• Le respect de la casse : dans le cas où vous auriez des libellés équivalents à la fois en minuscules

et en majuscules, les minuscules sont triées en premier.
- Le sens du tri : par défaut, Excel propose toujours de trier les lignes, mais si vous le souhaitez, vous pouvez trier les colonnes. Dans ce cas, il faut cocher l'option *De la gauche vers la droite*.

Calculer plusieurs niveaux de sous-totaux

Toujours à partir du même exemple, on cherche à ajouter des sous-totaux par région. On veut connaître le cumul des concerts et des pièces de théâtre exécutées dans les 22 régions de l'hexagone ces cinq dernières années. Pour effectuer deux niveaux de regroupement, on a ajouté une colonne `Section` qui rassemble les régions dans six grands ensembles (`Nord-Est`, `Centre`, etc.).

Il est tout d'abord fondamental de trier le tableau par rapport à la rubrique `Section`, puis par rapport à la rubrique `Régions` (voir la section précédente).

Calculer un premier niveau de sous-totaux

1 Sélectionnez n'importe quelle cellule du tableau et cliquez sur le bouton *Sous-total* du groupe *Données>Plan*.

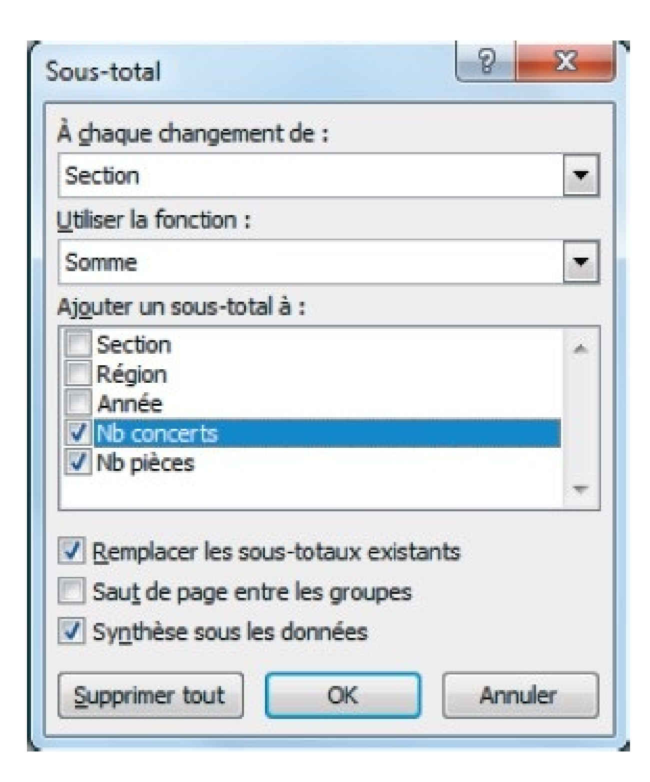


Figure 3–14 La boîte de dialogue Sous-total demande de choisir la rubrique qui va servir de regroupement, ainsi que celles pour lesquelles un sous-total va être calculé.

2 La boîte de dialogue *Sous-total* apparaît. Dans la liste déroulante *À chaque changement de*, choisissez `Section` et cochez les deux cases `Nb concerts` et `Nb pièces`. Cliquez sur *OK*.

PARAMÈTRES Options des sous-totaux

• *Fonction de calcul* : par défaut, l'opération présélectionnée dans la boîte de dialogue est une somme, mais Excel propose dix autres fonctions. Leur libellé est suffisamment clair pour que vous compreniez leur rôle. Une petite précision, toutefois : la fonction *Nombre* dénombre toutes les cellules du groupe, quel que soit leur contenu, alors que la fonction *Chiffres* ne compte que les cellules contenant une valeur numérique.
• *Saut de page entre les groupes* : en cochant cette option, Excel insère un saut de page automatique à la fin de chaque groupe.
• *Synthèse sous les données* : en cochant cette case, le sous-total est placé à la fin du groupe ; sinon, il le précède.

Une fois validée, la commande calcule les sous-totaux, mais elle met aussi en place un plan, dont le niveau 1 affiche le total général, le niveau 2 les sous-totaux et le niveau 3 tout le tableau.

1 2 3		A	B	C	D	E
	1	Section	Région	Année	Nb concerts	Nb pièces
+	37	Total Centre			75 460	72 230
+	48	Total Nord			21 677	21 233
+	69	Total Nord-Est			40 587	42 782
+	85	Total Nord-Ouest			27 162	30 742
+	101	Total Sud-Est			25 820	27 159
+	117	Total Sud-Ouest			31 964	32 198
–	118	Total général			222 670	226 344

Figure 3–15 En cliquant sur le niveau 2 du plan, on peut voir uniquement les sous-totaux ainsi que le total général.

ASTUCE Récupérer uniquement les sous-totaux

Pour récupérer les sous-totaux dans une autre feuille (en laissant les lignes de détail) :
1. Sélectionnez la plage *A1:E118*.
2. Pressez la touche *F5* (ou *FN+F5*) et cliquez sur le bouton *Cellules*.
3. Sélectionnez l'option *Cellules visibles seulement*.
4. Pressez les touches *Ctrl+C* pour copier la sélection et collez-la dans une autre feuille.
La plage est collée et les « trous initiaux » comblés.

Calculer un deuxième niveau de sous-totaux

1 Sélectionnez n'importe quelle cellule du tableau et cliquez sur le bouton *Sous-total* du groupe *Données>Plan*.

2 La boîte de dialogue *Sous-total* apparaît. Dans la liste déroulante *À chaque changement de*, choisissez `Région` et, surtout, n'oubliez pas de décocher la case *Remplacer les sous-totaux existants*. Cliquez sur *OK*.

NETTOYAGE Supprimer tous les sous-totaux

1. Sélectionnez n'importe quelle cellule du tableau et cliquez sur le bouton *Sous-total* du groupe *Données>Plan*.
2. Cliquez sur le bouton *Supprimer tout*.

Des filtres pour une analyse express

Parallèlement à la nécessité de développer une vision synthétique du tableau à travers un plan et des sous-totaux automatiques, il est parfois utile de se plonger dans une analyse de détail. Selon certains critères, les filtres isolent quelques lignes au milieu d'un très grand tableau et facilitent ainsi leur analyse.

EN PRATIQUE Installer les filtres automatiques

Si vous avez transformé votre plage de cellules en tableau structuré (voir la section « Travailler avec un tableau standard ou un tableau structuré ? »), les filtres sont automatiquement disponibles ; sinon, il faut que vous les installiez en cliquant sur le bouton *Filtrer* qui se trouve dans le groupe *Données>Trier et filtrer*.

EN PRATIQUE Sortir du mode filtre

Pour sortir du mode *Filtre*, c'est-à-dire faire disparaître les flèches à la droite des noms de rubriques, il faut choisir à nouveau *Filtrer* dans le groupe *Données>Trier et filtrer* (qui, du coup, se désactive).

Travailler avec un tableau standard ou un tableau structuré ?

À partir du moment où votre tableau est organisé en table (voir la figure 3-10), vous êtes libre de le laisser sous sa forme standard ou de le transformer en tableau structuré. Qu'il soit sous une forme ou sous une autre, vous pourrez faire sensiblement la même chose. Simplement, toutes les opérations de filtrage, de saisie de nouvelle fiche, de nouvelle colonne ou de formule seront davantage automatisées au sein d'un tableau structuré.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Excel, base de données relationnelle ?

Si vous travaillez sous Excel 2013 et disposez de plusieurs tableaux structurés dans votre classeur, vous avez la possibilité d'établir des relations entre eux (comme vous le feriez entre les tables d'une base de données relationnelle). Ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'un tableau croisé dynamique pourra être construit à partir de l'ensemble de ces tableaux structurés, ce dernier ayant été baptisé sous Excel 2013 : Modèle de données. Pour en savoir plus sur ce point, consultez le chapitre 10.

Transformer une plage quelconque en tableau structuré

1 Sélectionnez n'importe quelle cellule de la plage.

2 Cliquez sur *Insertion>Tableaux>Tableau*.

3 Vérifiez que la référence de la plage indiquée dans la boîte de dialogue *Créer un tableau* est correcte et cliquez sur *OK*.

Pour transformer rapidement une plage quelconque en tableau structuré, vous pouvez également utiliser le bouton déroulant *Mettre sous forme de tableau* du groupe *Accueil>Style*.

COMPRENDRE Avantages des tableaux structurés

- Le premier avantage, visible dès sa création, est la mise en forme automatique qui, en tramant une ligne sur deux, facilite considérablement la lecture des grands tableaux.
- Vous apprécierez le deuxième avantage quand vous étendrez le tableau. Si vous ajoutez une somme à la fin de la première ligne (cellule *F2*) en cliquant sur *Somme automatique* dans le groupe *Formules>Bibliothèque de fonctions*, des arguments apparaissent automatiquement. Ils mentionnent le nom du tableau (que vous pouvez modifier dans la case *Nom du tableau* du groupe *Outils de tableau>Création>Propriétés*), ainsi que le nom des rubriques participant au calcul. Pour définir une autre fourchette de rubriques, vous n'avez qu'à sélectionner la plage qui vous convient. Dès que vous validez cette formule, Excel complète toute la colonne avec. Il étend le tableau en conséquence et crée automatiquement une nouvelle rubrique.

=SOMME(Culture[@[Nb concerts]:[Nb pièces]])

B	C	D	E	F
égion	Anné	Nb concert	Nb pièce	
	2005	1 348	1 583	Nb pièces]])

Figure 3–16 Dès que vous entrez la fonction, Excel insère automatiquement les paramètres du tableau et des rubriques concernées par le calcul (ça n'est bien sûr qu'une proposition que vous pouvez modifier à loisir).

- Si vous ajoutez une ligne en fin de tableau, vous aurez le même genre de surprise. Le tableau s'étend de lui-même, les formules sont entrées toutes seules et le tramage est automatiquement adapté.

Transformer un tableau structuré en plage quelconque

Si, pour une raison quelconque, vous souhaitez transformer à nouveau le tableau en plage ordinaire, cliquez tout simplement sur le bouton *Convertir en plage* du groupe *Outils de tableau>Création>Outils*.

ASTUCE Une mise en forme automatique à bon compte

Profitez de la mise en forme automatique des tableaux structurés pour améliorer l'aspect de tous vos tableaux. Pour cela, sélectionnez n'importe quelle cellule, déroulez le bouton *Accueil>Style>Mettre sous forme de tableau* et choisissez votre mise en forme. Tout de suite après, cliquez sur *Outils de tableau>Création>Outils>Convertir en plage*. Votre tableau est redevenu une plage quelconque, mais les trames installées à l'étape précédente sont restées.

Filtrer une liste

Filtrer une liste consiste à masquer toutes les lignes d'un tableau qui ne correspondent pas à certains critères.

Filtrer une liste à l'aide de filtres simples

L'ensemble des filtres simples peut être exprimé à partir des menus déroulants qui apparaissent lorsque vous cliquez sur les flèches situées à droite des noms de rubrique.

ERGONOMIE Repérer et effacer les filtres installés

Dès que vous avez exprimé un critère, la flèche qui apparaît à droite du nom de la rubrique sollicitée se transforme en entonnoir.

- Pour annuler un filtre sur une seule rubrique, choisissez *Effacer le filtre de « Rubrique »* à partir du menu déroulant de la rubrique.
- Si vous avez exprimé de multiples critères et souhaitez à nouveau disposer de l'intégralité des lignes, n'effacez pas les critères un à un, mais cliquez plutôt sur le bouton *Effacer* du groupe *Données>Trier et filtrer*.

Tableau 3–3 Maîtriser les filtres

Effet recherché	Procédure
Exclure un type de fiche	Les cases qui apparaissent en fin de menu représentent l'intégralité des données de la colonne. Décochez simplement la case correspondant aux fiches à exclure de l'affichage.
Ne conserver qu'un type de fiche	Commencez par décocher la case *(Sélectionner tout)*, puis cochez la (ou les) case(s) correspondant aux lignes à afficher.
Multiplier les critères	Vous pouvez réaliser une première sélection dans le menu déroulant d'une rubrique, puis dérouler celui d'une autre rubrique pour faire d'autres choix. Les deux ensembles de critères se combinent pour filtrer le tableau de plus en plus finement et laisser apparaître de moins en moins de lignes.
Appliquer un ancien critère à des fiches nouvellement modifiées	Si après avoir installé un filtre, vous ajoutez ou modifiez des fiches, ces dernières ne sont pas automatiquement prises en compte dans le filtre. Pour cela, il faut que vous cliquiez sur le bouton *Réappliquer* dans le groupe *Données>Trier et*

	filtrer.

ERGONOMIE Présentation des dates dans le filtre automatique

Lorsque vous déroulez un menu de filtrage lié à une rubrique contenant des dates, son contenu peut apparaître sous deux aspects : soit sous la forme d'une liste exposant toutes les dates exprimées telles quelles, soit sous une forme synthétique, avec une présentation hiérarchique des années, des mois et des jours. C'est vous qui réglez cet affichage en choisissant *Fichier>Options>Options avancées>Options d'affichage du classeur*, puis en cochant ou non la case *Grouper les dates dans le menu Filtre automatique*.

AMUSANT Filtrer par couleur

Si vous avez appliqué des couleurs à certaines cellules (directement ou par le biais des mises en forme conditionnelles), elles peuvent servir de critères. Lorsque vous utilisez le menu déroulant, le sous-menu *Filtrer par couleur* propose l'intégralité des couleurs de remplissage rencontrées dans la colonne.

Filtrer une liste à l'aide de filtres numériques, textuels ou chronologiques

Le sixième article du menu déroulant de filtrage s'adapte au contenu de la colonne. Les commandes proposées affichent pour la plupart la boîte de dialogue *Filtre personnalisé* en présélectionnant l'opérateur de comparaison choisi. La commande *10 premiers* affiche une boîte de dialogue différente, dans laquelle vous pouvez demander de ne conserver que les n premiers ou les n derniers éléments de la colonne. Les commandes qui ne sont pas suivies de trois petits points agissent directement sans demander de précision dans une boîte de dialogue intermédiaire.

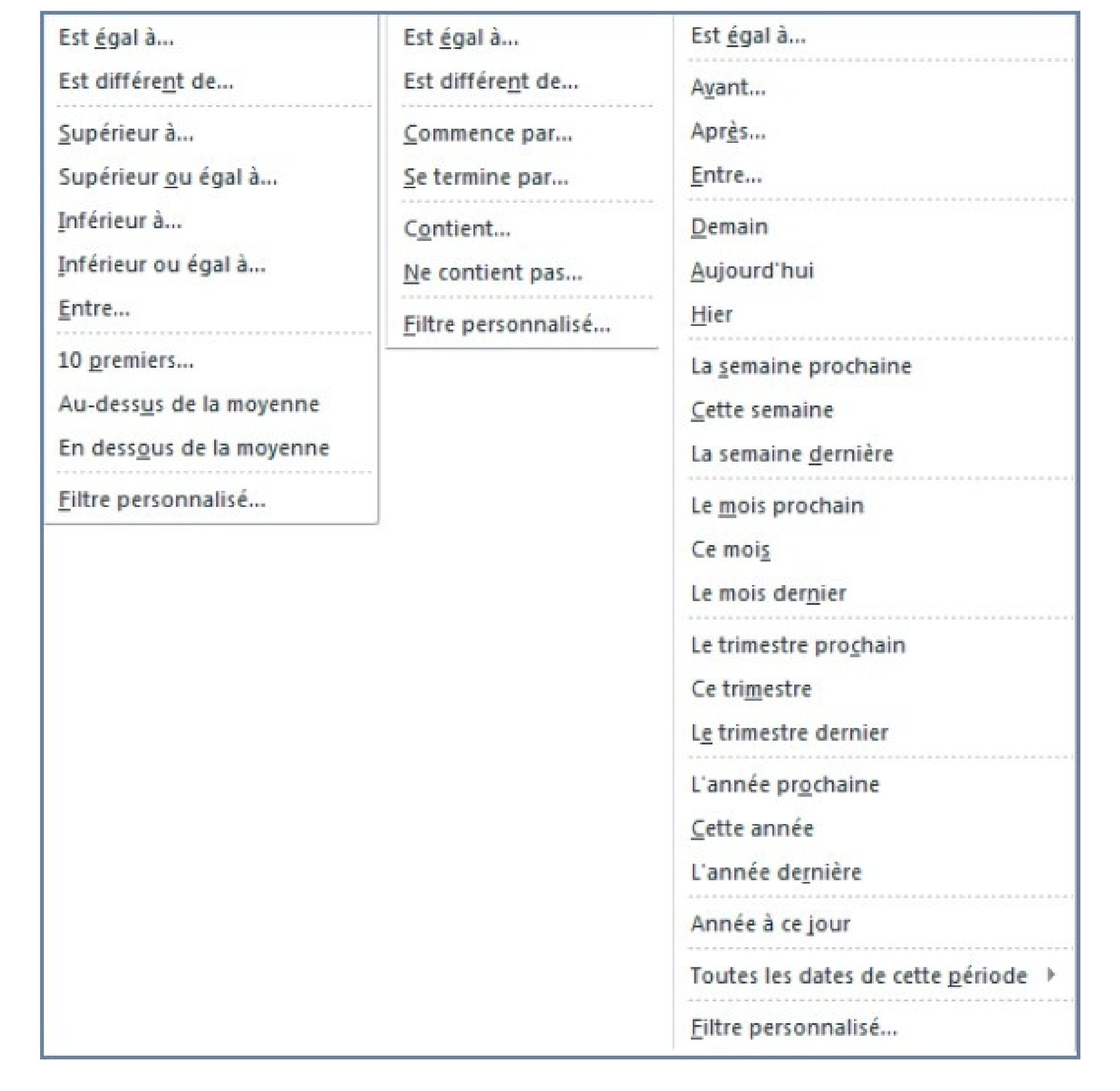


Figure 3–17 Si la colonne contient des dates, le sixième article propose un choix de filtres en rapport avec les dates (troisième liste). Si la colonne contient du texte (deuxième liste) ou des valeurs numériques (première liste) le choix est différent.

EN PRATIQUE Savoir utiliser toutes les options du menu de filtrage

- La case *Rechercher* est simplement un vecteur différent pour exprimer un critère. Si vous voulez toutes les fiches correspondant à la `Normandie`, au lieu de cocher les cases `Basse-Normandie` et `Haute-Normandie`, saisissez `Normandie` dans la case *Rechercher*.
- Dans la partie supérieure du menu, on retrouve également l'accès aux trois principales commandes de tri, déjà largement évoquées plus haut dans ce chapitre.
- Une fois le tableau filtré, vous pouvez récupérer les fiches sélectionnées dans une autre feuille par simple copier-coller. Contrairement à ce que nous avions fait lorsque nous avions récupéré les sous-totaux, il n'est pas nécessaire de prendre la précaution de ne copier que les cellules affichées, Excel le fait de lui-même.

Filtrer une liste à l'aide de filtres avancés

En dépit de cette offre généreuse, tous les critères ne peuvent pas être exprimés à l'aide des outils présentés jusqu'à présent. Pour ne conserver que les fiches correspondant à un

nombre de concerts compris entre `1 000` et `1 200` ou supérieur à `3 000`, vous n'arriverez pas à vos fins avec les options du sous-menu *Filtres numériques*. En revanche, cela est possible en utilisant le bouton *Avancé* du groupe *Données>Trier et filtrer*.

Les filtres avancés utilisent une zone de critères

Cette commande nécessite de disposer d'une zone de critères qu'il faut commencer par construire dans une plage de cellules. Cette dernière peut être située indifféremment sur la même feuille que le tableau à filtrer ou sur une autre feuille.

Une zone de critères contient au minimum deux cellules, situées l'une au-dessus de l'autre.

- Dans la première, vous entrez le nom de la rubrique faisant l'objet du critère (procédez par copier-coller pour éviter toute erreur de saisie dans le nom de rubrique).
- Dans la deuxième, vous exprimez le critère lui-même, en utilisant l'un des six opérateurs de comparaison. C'est par le nom de rubrique qu'Excel établit le lien entre la zone de critères et le tableau à filtrer.

Le fait de placer des critères sur la même ligne les combine avec l'opérateur *Et*. Si vous les placez sur deux lignes différentes, ils sont combinés à l'aide de l'opérateur *Ou*. C'est pourquoi il est très important, lorsque vous indiquez la zone de critères, de ne pas sélectionner de lignes vides au-dessous. Dans le langage Excel, cela signifierait « Autoriser tout » et, donc, quels que soient les critères exprimés audessus, la liste ne serait pas filtrée.

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Nb concerts	Nb concerts	Nb concerts		
3		>=1000	<=1200			
4				>3000		
5						
6		Section	Région	Année	Nb concerts	Nb pièces
8		Centre	Auvergne	2006	1 050	1 086
9		Centre	Auvergne	2007	3 547	1 641
12		Centre	Bourgogne	2005	4 785	2 214
13		Centre	Bourgogne	2006	3 014	1 913
15		Centre	Bourgogne	2008	1 106	2 284
33		Centre	Pays-de-la-Loire	2006	1 193	1 865
41		Centre	Poitou-Charentes	2009	1 103	2 634
59		Nord-Est	Champagne-Arde	2007	1 131	1 890
66		Nord-Est	Franche-Comté	2009	1 062	2 281
78		Nord-Ouest	Bretagne	2006	1 147	1 126
81		Nord-Ouest	Bretagne	2009	1 147	2 509
84		Nord-Ouest	Haute-Normandie	2007	1 156	1 530
88		Sud-Est	Corse	2006	1 178	2 514
107		Sud-Ouest	Languedoc-Rouss	2005	1 135	2 557

Figure 3–18 Il est souvent pratique de placer la zone de critères au-dessus du tableau à filtrer. Si vous la placiez à côté, elle risquerait d'être partiellement masquée par le filtrage. La zone de critères créée ici occupe la plage B2:D4. Elle permet de garder affichées les lignes avec un nombre de concerts soit compris entre 1 000 et 1 200, soit strictement supérieur à 3 000.

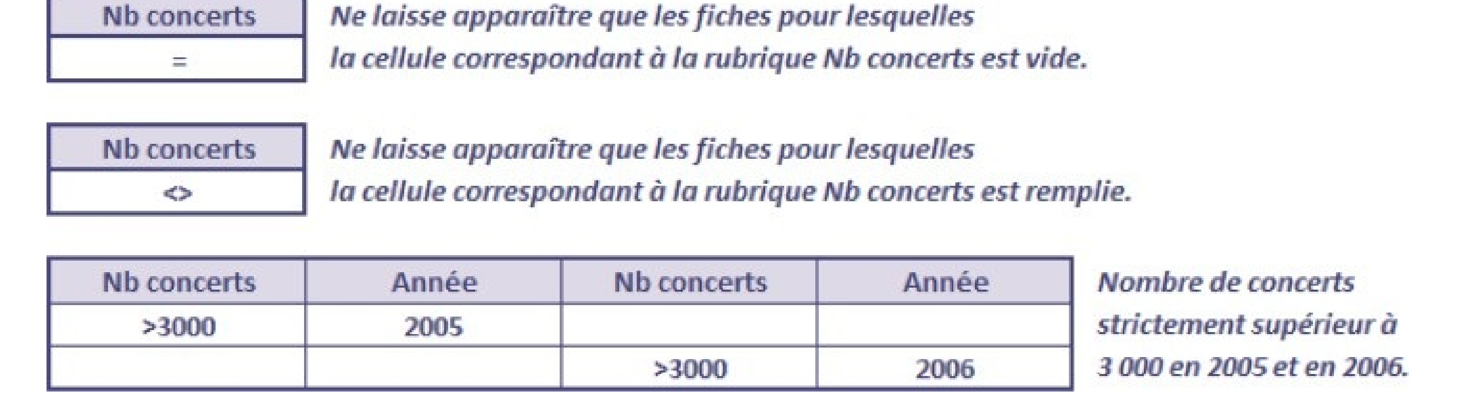
Certains critères ne peuvent pas être exprimés tels quels. Ils nécessitent l'utilisation d'une formule. Rechercher les fiches ayant le même nombre de pièces et de concerts en est un exemple. Dans ce cas, il faut indiquer à Excel que le critère n'est pas à interpréter comme d'habitude. Pour le lui faire comprendre, il suffit de ne mettre aucun nom de rubrique dans la première cellule. Le lien avec le tableau est alors établi par le critère lui-même. Pour cela, dans la deuxième cellule, entrez la formule en faisant référence à la première fiche.

	B	C	D	E	F
2		*La première cellule est vide, la deuxième contient la formule =E7=F7. Ce critère sélectionne les fiches ayant le même nombre de concerts et de pièces.*			
3	FAUX				
6	Section	Région	Année	Nb concerts	Nb pièces
21	Centre	Centre	2009	2 509	2 509
22	Centre	Ile de France	2005	1 530	1 530
45	Nord	Nord-Pas-de-Calais	2008	2 370	2 370
67	Nord-Est	Lorraine	2005	1 995	1 995
82	Nord-Ouest	Haute-Normandie	2005	1 530	1 530
91	Sud-Est	Corse	2009	2 154	2 154
95	Sud-Est	Provence-Alpes-Cô	2008	1 676	1 676
112	Sud-Ouest	Midi-Pyrénées	2005	1 995	1 995
116	Sud-Ouest	Midi-Pyrénées	2009	1 995	1 995

Figure 3–19 On voit que le critère exprimé à l'aide de la formule =E7=F7 a bien été interprété par Excel, qui ne laisse apparaître dans la liste que les fiches ayant le même nombre de pièces et de concerts.

EXPERT Savoir exprimer tous les critères

Vous disposez de presque tous les éléments pour savoir exprimer tous les critères. Il ne reste que quelques précisions à apporter (en particulier sur le traitement des cellules vides). Voici quelques exemples avec un bref descriptif de leur rôle.



Nb concerts
=

Ne laisse apparaître que les fiches pour lesquelles la cellule correspondant à la rubrique Nb concerts est vide.

Nb concerts
<>

Ne laisse apparaître que les fiches pour lesquelles la cellule correspondant à la rubrique Nb concerts est remplie.

Nb concerts	Année	Nb concerts	Année
>3000	2005		
		>3000	2006

Nombre de concerts strictement supérieur à 3 000 en 2005 et en 2006.

Figure 3–20 Quelques exemples de critères un peu particuliers.

Filtrer la liste en utilisant une zone de critères

1 Sélectionnez n'importe quelle cellule du tableau et cliquez sur le bouton *Avancé* du groupe *Données>Trier et filtrer*.

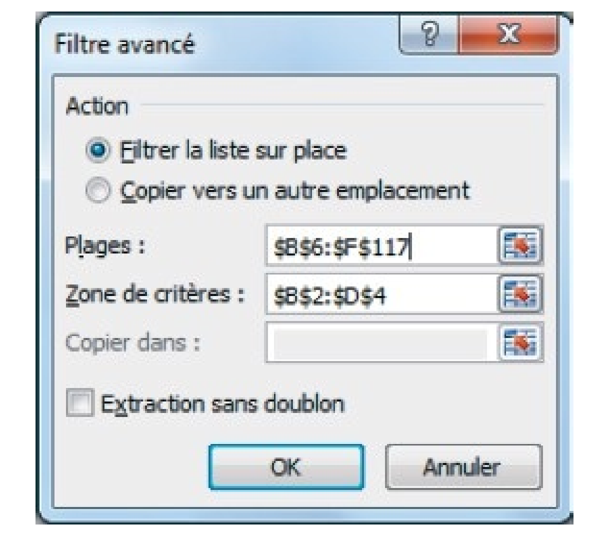


Figure 3–21 Si votre tableau est compact, Excel fait une proposition cohérente pour la case Plages. Si toutefois la zone décrite n'était pas la bonne, cliquez-glissez en arrière-plan sur votre tableau… sans oublier la première ligne avec les noms de rubriques !

2 Remplissez la boîte de dialogue à l'image de la figure 3-21 et cliquez sur *OK*. Prenez garde à ce que la plage indiquée dans la case *Zone de critères* contienne bien les noms de rubriques dans sa première ligne et ne s'étende pas au-delà de la dernière ligne réellement remplie.

Dans le tableau, ne doivent plus apparaître que les lignes affichant un nombre de concerts compris entre `1 000` et `1 200` ou strictement supérieur à `3 000`.

Extraire la liste en utilisant une zone de critères

Pour procéder à une extraction, il y a une nouvelle contrainte à respecter : préparer la zone d'extraction. Cette dernière ne contient que les noms de rubrique du tableau, mais elle n'est pas obligée de tous les afficher. Exprimé autrement, vous n'êtes pas contraint de demander une extraction pour l'intégralité des colonnes d'un tableau. Pour éviter les confusions, il est toujours préférable de placer la zone d'extraction sur une autre feuille que celle du tableau.

1 Préparez la zone d'extraction sur une feuille vierge et sélectionnez-la.

2 Cliquez sur *Avancé* dans le groupe *Données>Trier et filtrer*. Excel affiche un message d'alerte auquel il faut que vous répondiez *OK*.

3 Remplissez la boîte de dialogue à l'image de la figure 3-22 et cliquez sur *OK*.

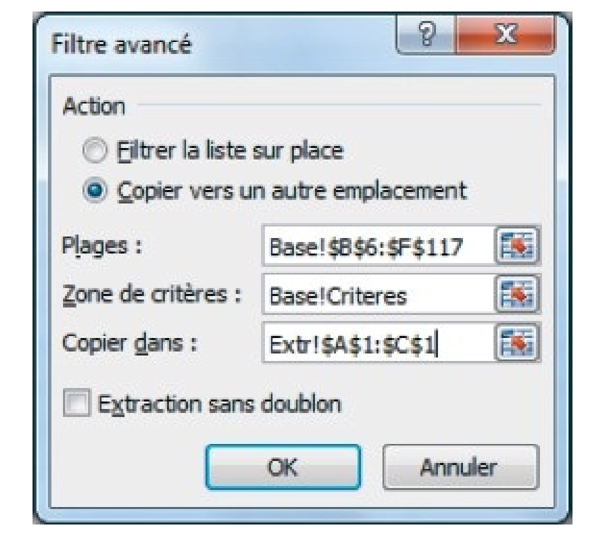


Figure 3–22 En partant de la sélection de la zone d'extraction, Excel est incapable de localiser automatiquement le tableau. Il faut donc que vous cliquiez en arrière-plan sur l'onglet de la feuille qui le contient, puis que vous cliquiez-glissiez pour le sélectionner. Procédez de même pour la zone de critères. Dans cet exemple, les deux se trouvent sur la feuille Base.

ASTUCE Obtenir l'intégralité des éléments d'une rubrique, mais sans doublons

Pour obtenir l'intégralité des régions mentionnées dans le tableau, mais sans répétition, on peut utiliser l'extraction.

1. Dans une feuille, entrez le nom de rubrique `Région`.
2. Sélectionnez la cellule contenant ce nom plus une cellule vide au-dessous.
3. Cliquez sur le bouton *Avancé* dans le groupe *Données>Trier et filtrer*.
4. Répondez *OK* au message d'alerte d'Excel.
5. Cochez *Copier vers un autre emplacement*. Dans la case *Plages*, entrez la référence `Base!$B$6:$F$117`, n'entrez rien dans la case *Zone de critères* et laissez la référence `$A$1` entrée automatiquement par Excel dans la case *Copier dans*.
6. Surtout, n'oubliez pas de cocher la case *Extraction sans doublon* et cliquez sur *OK*.

Filtrer une liste à l'aide de segments

Dès l'apparition de la version 2010, les segments faisaient partie des commandes d'Excel, mais leur utilisation était limitée au filtrage des tableaux croisés dynamiques. Avec la version 2013, vous pouvez les utiliser sur n'importe quel tableau structuré.

Tout comme les outils que nous avons présentés précédemment, les segments servent à filtrer une liste, en autorisant un filtrage beaucoup plus intuitif et visuellement très parlant.

Mettre en place un filtre avec les segments

1 Si ce n'est pas déjà fait, transformez votre liste en tableau structuré (*Insertion>Tableaux>Tableau*).

2 Choisissez *Insertion>Filtres>Segment*.

3 Dans la boîte de dialogue *Insérer des segments ?*, cochez la rubrique en fonction de laquelle la liste doit être filtrée.

Section	Région	Anné	Nb concert	Nb pièce
Centre	Auvergne	2005	1 348	1 583
Centre		2006	1 050	1 086
Centre		2007	3 547	1 641
Centre		2008	2 782	1 661
Centre		2009	2 147	2 575
Centre		2005	4 785	2 214
Centre		2006	3 014	1 913
Centre		2007	1 973	2 342
Centre		2008	1 106	2 284
Centre		2009	2 138	2 654
Centre		2005	2 553	1 275
Centre		2006	2 606	2 509
Centre		2007	2 652	1 758
Centre		2008	1 639	2 345
Centre		2009	2 509	2 509
Centre		2005	1 530	1 530
Centre	Ile de France	2006	1 736	1 634

Insérer des segments ? ×

- [ ] Section
- [ ] Région
- [x] Année
- [ ] Nb concerts
- [ ] Nb pièces

OK Annuler

Figure 3–23 Sélectionnez la rubrique en fonction de laquelle vous souhaitez filtrer votre liste (vous pouvez en cocher plusieurs).

4 Dans le segment de la rubrique choisie, sélectionnez l'élément (ou les éléments) à afficher (les autres lignes sont masquées). Pour sélectionner plusieurs éléments dans une même rubrique, pressez la touche *Ctrl* pendant votre sélection.



Figure 3–24 Sélectionnez l'élément correspondant aux fiches à visualiser. Avec les segments, vous voyez très clairement l'intégralité de la définition de votre filtre.

RAFFINEMENT Mieux gérer les segments

Lorsqu'un segment est sélectionné, un nouvel onglet *Outils Segment>Options* apparaît dans le ruban. Il propose une série de commandes dédiées à la gestion de la taille, de l'aspect et de la superposition des segments lorsqu'ils sont trop nombreux à encombrer votre écran. Parmi elles, la plus intéressante est sans doute *Outils Segment>Options>Segment>Paramètres des segments*. Elle permet de gérer des fonctions importantes comme les tris et le mode d'affichage de certaines données.

Supprimer un filtre mis en place avec les segments

1 Sélectionnez la fenêtre des segments d'une rubrique.

2 Pressez la touche *Suppr*.

Si vous souhaitez néanmoins conserver à l'écran les fenêtres des segments, contentez-vous de cliquer dans le coin supérieur droit de chaque petite fenêtre (*Effacer le filtre*).

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Les chronologies

Si, dans un même classeur, vous disposez de plusieurs tableaux structurés entre lesquels vous avez établi des relations de manière à constituer un modèle de données (voir le chapitre 10), vous pouvez utiliser les chronologies. Ces dernières s'appliquent à des rubriques contenant des dates et constituent des outils particulièrement ergonomiques pour mettre en place des segments qui leur sont spécifiques (voir l'exemple présenté à la fin de ce chapitre).

Des tableaux croisés dynamiques malléables à merci

Si votre tableau se présente comme une table (voir la figure 3-10), n'hésitez pas à en analyser les données au sein d'un tableau croisé dynamique. En outre, vous verrez dans le chapitre 10 que vous pouvez également utiliser cet outil sur des données non directement stockées dans Excel.

COMPRENDRE Qu'est-ce qu'un tableau croisé dynamique ?

La mise en œuvre de cet outil prend tout son sens lorsque vous vous trouvez face à une longue table de données qui, présentée telle quelle, demeure totalement muette. En croisant certaines de ses rubriques, vous cherchez à les faire parler en traquant les relations, les anomalies et les événements exceptionnels. Le principe est d'utiliser certaines rubriques pour constituer les têtes de lignes ou les têtes de colonnes, les autres (généralement les rubriques numériques) servant à afficher les valeurs au centre du tableau. Enfin, vous pouvez également utiliser toutes les rubriques que vous voulez pour filtrer le tableau afin d'exclure certaines données de la représentation.

Utiliser un tableau croisé dynamique

Une station-service enregistre tous ses passages en caisse et, parallèlement à l'article et au montant, consigne toute une série d'informations comme les initiales du caissier, l'heure et le jour, le temps, la température, le fait que ce soit le jour ou la nuit, etc. Pour l'année 2010, elle constitue ainsi un tableau de 430 212 lignes. Elle dispose maintenant de ce tableau sous Excel qui occupe 37 771 Ko sur son disque.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Date et heure	Carburant Code	Carburant Clé	Carburant Litres	Carburant T.T.C.	Alimentation T.T.C.	Matériel - Services auto T.T.C.	Nuit - Jour	Température	Temps	Caissier	Provenance
2	01/01/2010 - 00:00:30					49,02	452,60	N	-1	Pluie	JP	08
3	01/01/2010 - 00:10:00	D	D100101	49,3889	53,34		407,13	N	-1	Pluie	JP	66
4	01/01/2010 - 00:19:30	E	E100101	55,7212	57,95			N	-1	Pluie	JP	90
5	01/01/2010 - 00:29:30	D	D100101	28,1165	28,96	22,21		N	-1	Pluie	JP	26
6	01/01/2010 - 00:39:00	E	E100101	3,1900	30,19	21,10		N	-1	Pluie	JP	52
7	01/01/2010 - 00:46:00					71,18	39,17	N	-1	Pluie	JP	61
8	01/01/2010 - 00:46:30					65,89		N	-1	Pluie	JP	72
9	01/01/2010 - 00:47:00					56,69		N	-1	Pluie	JP	02
10	01/01/2010 - 00:47:30						47,93	N	-1	Pluie	JP	13
11	01/01/2010 - 00:48:00					28,34	166,07	N	-1	Pluie	JP	58
12	01/01/2010 - 00:54:30					74,13		N	-1	Pluie	JP	43
13	01/01/2010 - 00:55:00	E	E100101	42,6840	41,40	6,33		N	-1	Pluie	JP	34
14	01/01/2010 - 00:55:30					69,48	78,40	N	-1	Pluie	JP	65
15	01/01/2010 - 01:03:30						63,77	N	-1	Pluie	JP	75
16	01/01/2010 - 01:04:00	E	E100101	35,5714	37,35	43,17		N	-1	Pluie	JP	62
17	01/01/2010 - 01:13:00					9,68		N	-1	Pluie	JP	32

Figure 3–25 On voit ici les 16 premières lignes du tableau de données de la station-service pour l'année 2010. Il occupe la plage A1:L430213, nommée Table.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Des tableaux croisés dynamiques prêts à l'emploi

Dans sa version 2013, Excel offre un nouveau bouton : *Insertion>Tableaux>Tableaux croisés dynamiques*. La boîte de dialogue qui apparaît lorsque vous l'actionnez propose un éventail de

tableaux croisés dynamiques prêts à l'emploi. Ils sont construits d'après votre sélection de départ. Si vous n'en avez jamais construit, partir d'un tableau déjà rempli peut vous aider à comprendre son fonctionnement. Bien entendu, comme n'importe quel tableau croisé dynamique, ils ne sont pas définitifs et peuvent être modulés à l'infini.

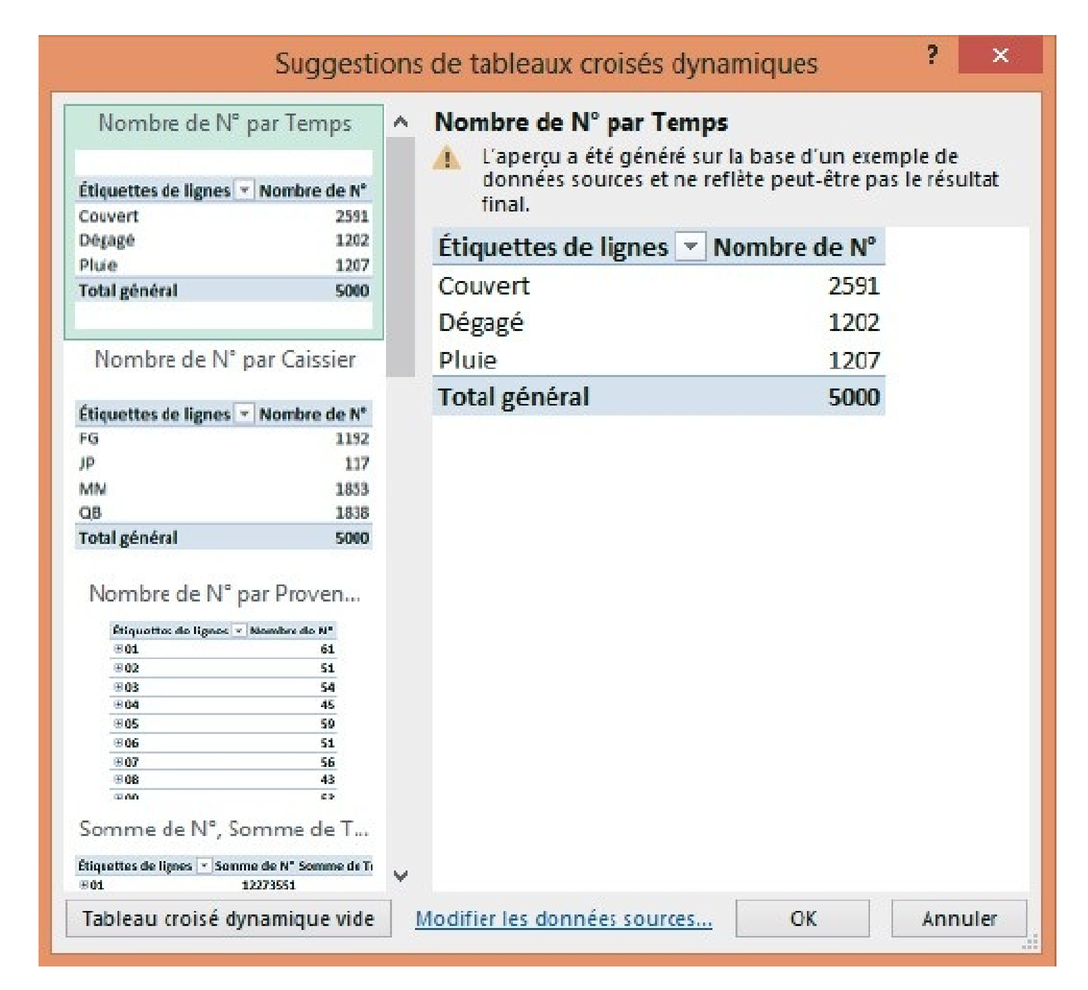


Figure 3–26 Dans sa version 2013, Excel propose une nouvelle boîte de dialogue avec une sélection de tableaux croisés dynamiques prêts à l'emploi.

Créer un tableau croisé dynamique

Étant donné que le fichier utilisé est assez lourd, nous allons construire le tableau croisé dans un autre classeur.

1 Ouvrez un nouveau classeur. Vous commencerez peut-être par l'enregistrer et nommer la feuille qui recevra le tableau croisé, mais vous pouvez indifféremment faire tout cela après la création du tableau.

2 Activez le classeur et la feuille contenant les données, puis cliquez dans n'importe quelle cellule du tableau.

3 Sélectionnez *Insertion>Tableaux>Tableau croisé dynamique*.

Figure 3–27 À partir de cette boîte de dialogue, vous indiquez la plage contenant les données à analyser ainsi que la cellule à partir de laquelle Excel doit construire le tableau croisé dynamique.

4 Par défaut, Excel propose la référence de tableau suivante : `Base!$A$1:$L$430213`. Comme vous avez nommé la plage `Table` (et que le classeur s'appelle `StaServ.xlsx`), vous pouvez remplacer cette référence par : `StaServ.xlsx!Table`.

5 Pour entrer les références de la cellule de destination, cliquez dans la case *Emplacement* et, en arrière-plan, activez le classeur ouvert à l'étape 1. Sélectionnez la première cellule de la feuille réceptrice.

> **PRATIQUE Modifier la définition de la source**
>
> Si après avoir créé votre tableau croisé, votre source change (nom de la table, rubriques à intégrer, taille à modifier), sélectionnez une cellule du tableau, déroulez le bouton *Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Données>Changer la source de données* et choisissez *Changer la source de données*. Faites vos modifications et cliquez sur *OK*.

6 Cliquez sur *OK*. La feuille de destination s'active et affiche dans son coin supérieur gauche un espace réservé dans lequel le futur tableau croisé va apparaître. À droite du classeur, vous disposez d'un volet contenant la liste des champs ainsi que quatre zones. C'est à partir de ce volet que vous allez construire votre tableau.

> **OUPS Mon volet a disparu**
>
> Normalement, dès que vous cliquez dans une des cellules d'un tableau croisé, son volet doit apparaître. Si ce n'est pas le cas, c'est sans doute que (au choix) :
>
> - Vous êtes bien sur la feuille du tableau croisé, mais ce n'est pas l'une des cellules de ce tableau qui est sélectionnée.

- La cellule sélectionnée n'est pas celle d'un tableau croisé.
- Le volet est masqué. Pour le faire réapparaître, cliquez droit sur n'importe quelle cellule du tableau croisé et choisissez *Afficher la liste des champs*.

7 Cochez le champ `Nuit - Jour`, puis le champ `Temps` (tous deux viennent automatiquement alimenter la catégorie *Étiquettes de lignes*).

8 Cliquez droit sur le champ `Température` et sélectionnez *Ajouter aux étiquettes de lignes*.

9 Cliquez droit sur le champ `Provenance` et sélectionnez *Ajouter aux étiquettes de colonnes*.

10 Cliquez droit sur `Alimentation T.T.C.` et sélectionnez *Ajouter dans la zone de valeurs*. Cliquez sur la flèche du champ `Alimentation T.T.C.` qui apparaît maintenant dans la zone *Valeurs* et choisissez *Paramètres des champs de valeurs*. Dans la boîte de dialogue, sélectionnez *Somme* (à la place de *Nombre*). Toujours dans la même boîte de dialogue, cliquez sur *Format de nombre* puis appliquez un format qui arrondisse à l'unité et affiche un séparateur de milliers. Enfin, cliquez deux fois sur *OK* pour valider vos choix.

11 Cliquez droit sur le champ `Caissier` et sélectionnez *Ajouter à la zone filtre de rapport*.

Votre premier tableau est prêt. À vous maintenant de le « torturer » pour lui faire dire le maximum de choses.

RÉGLAGES FINS Comment afficher les cellules vides et les valeurs d'erreur ?

Si votre table source contient des valeurs d'erreur, ces dernières vont inévitablement apparaître dans le tableau croisé. Pour qu'elles n'en perturbent pas la lecture, indiquez à Excel ce qu'il doit afficher à leur place. Pour cela, déroulez le bouton *Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Options du tableau croisé dynamique*, puis choisissez *Options>Options* et enfin, dans l'onglet *Disposition et mise en forme*, précisez ce que vous souhaitez dans la case *Pour les valeurs d'erreur, afficher*.
À partir du même onglet, vous avez accès à la case *Pour les cellules vides, afficher*, au fonctionnement similaire.

Jouer avec les niveaux du tableau croisé dynamique

Dès que vous disposez de plus d'un champ dans l'une des zones (c'est le cas pour les étiquettes de lignes dans lesquelles vous avez installé trois champs), les premiers jouent le rôle de synthèse pour les suivants (comme le niveau 1 d'un plan peut le faire pour son niveau 2).

Utilisez les boutons - et + placés devant chaque élément pour déployer ou contracter la structure. Un double-clic sur un élément joue le même rôle.

	A	B	C	D	E
1	Caissier	(Tous			
3	Somme de Alimentation T.T.C.	Étiqu			
4	Étiquettes de lignes	01	02	03	04
5	⊟J	78 494	77 357	80 450	77 537
6	⊞*Couvert*	42 182	40 711	42 923	40 282
7	⊞*Dégagé*	17 374	17 479	18 769	16 910
8	⊞*Pluie*	18 938	19 168	18 758	20 344
9	⊟N	26 770	26 883	26 007	26 986
10	⊞*Couvert*	12 739	13 602	13 151	13 505
11	⊞*Dégagé*	7 190	6 321	6 859	6 980
12	⊞*Pluie*	6 840	6 960	5 997	6 501
13	Total général	105 263	104 240	106 457	104 523

Figure 3–28 Les étiquettes de lignes n'affichent plus que les niveaux 1 et 2. Le niveau 3 a été contracté.

Contracter ou développer le champ d'un tableau croisé dynamique

Si vous souhaitez contracter ou développer simultanément tous les éléments d'un champ (sans travailler élément par élément) :

1 Cliquez sur l'un des éléments.

2 Déroulez *Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Champ actif* et choisissez *Développer le champ* ou *Réduire le champ* suivant ce que vous voulez obtenir. Vous y accédez également par un clic droit sur un élément du champ (*Développer/Réduire>Développer le champ entier* ou *Développer/Réduire>Réduire le champ entier*).

Ajouter un niveau dans les étiquettes de lignes ou de colonnes d'un tableau croisé dynamique

Les étiquettes de colonnes ne contenant qu'un champ (donc un seul niveau), vous n'y disposez pas du mode plan. Pour cela, il faudrait en ajouter un, mais celui qui vous intéresse (les régions) n'existe pas.

Le champ actuel (*Provenance*) consigne les numéros de départements. Or, vous seriez intéressé par des regroupements en régions. Pour les obtenir, il faut d'abord réorganiser les colonnes de manière à ce que tous les départements d'une même région se retrouvent côte à côte. Pour parvenir à ce résultat, nous utilisons une liste qui donne les équivalences entre les numéros de département et les régions (voir figure 3-29).

	A	B
1	Départements	Régions
2	67	Alsace
3	68	Alsace
4	24	Aquitaine
5	33	Aquitaine
6	40	Aquitaine
7	47	Aquitaine
8	64	Aquitaine
9	03	Auvergne
10	15	Auvergne
11	43	Auvergne
12	63	Auvergne
13	21	Bourgogne
14	58	Bourgogne
15	71	Bourgogne
16	89	Bourgogne
17	22	Bretagne
18	29	Bretagne

Figure 3–29 Haut du tableau à partir duquel la liste personnalisée 67, 68, 24, etc. a été établie. Il s'étend jusqu'à la ligne 98 avec les 22 régions de l'hexagone, enrichies de deux éléments : Europe et Autres. En outre, ce tableau met en relation les départements et les régions.

Commencez par trier les colonnes.

1 Vous devez d'abord créer une liste personnalisée à partir de la plage *A2:A98* (voir figure 3-29). Si vous ne savez pas comment procéder, consultez le chapitre 2.

2 Dans le tableau croisé dynamique, déroulez le menu *Étiquettes de colonnes* et sélectionnez *Options de tris supplémentaires* (le tri que vous souhaitez effectuer n'est ni un tri croissant, ni un tri décroissant).

3 Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, cliquez sur *Ascendant (de A à Z)*, puis sur le bouton *Autres options*.

4 Décochez la case *Trier automatiquement chaque fois que le rapport est actualisé* et, dans la liste déroulante, *Première clé de l'ordre de tri*, choisissez la liste personnalisée que vous avez constituée à l'étape 1 et qui ordonne les numéros de départements en fonction de la liste alphabétique des régions.

5 Cliquez deux fois sur *OK* pour valider votre choix.

ASTUCE Tris originaux

Si vous avez besoin d'un tri original, commencez par constituer une liste personnalisée qui reflète ce tri, puis utilisez-la pour trier vos intitulés.

Les départements sont maintenant ordonnés idéalement. Vous pouvez ajouter un niveau :

1 Sélectionnez les deux premiers (`67` et `68`), cliquez droit et choisissez *Grouper* dans le menu contextuel.

2 La cellule *B4* affiche `Groupe 1`. Cliquez dedans et saisissez `Alsace`. Procédez de même pour les 21 autres régions et les deux éléments `Europe` et `Autres`.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Caissier	(Tous						
3	Somme de Alimentation T.T.C.	Étiqu						
4		⊟Alsace		⊟Aquitaine				
5	Étiquettes de lignes	67	68	24	33	40	47	64
6	⊟J	75 870	79 869	78 723	80 690	81 182	75 973	80 219
7	⊞*Couvert*	40 350	40 765	41 068	43 410	42 511	37 971	42 893
8	⊞*Dégagé*	17 985	20 166	19 348	19 063	19 376	19 846	18 518
9	⊞*Pluie*	17 535	18 938	18 307	18 217	19 295	18 156	18 809
10	⊟N	27 170	27 341	25 070	28 455	27 847	27 360	26 631
11	⊞Couvert	13 059	14 532	12 888	14 980	13 610	13 892	12 859
12	⊞Dégagé	7 721	6 318	6 093	6 614	7 340	6 599	7 306
13	⊞Pluie	6 391	6 491	6 089	6 861	6 897	6 869	6 466
14	Total général	103 041	107 210	103 793	109 145	109 029	103 333	106 850

Figure 3–30 Début du tableau croisé dynamique qui affiche deux niveaux pour les étiquettes de colonnes (Région et Provenance).

ALTERNATIVE Créer un champ « Région » dans le tableau d'origine

Si vous estimez que la méthode de regroupement manuel proposée ici est trop laborieuse, vous préférerez peut-être créer un nouveau champ `Région` dans le tableau d'origine. Pour cela :

1. Créez une nouvelle colonne de données intitulée `Régions` et utilisez la fonction *RECHERCHEV* pour afficher un nom de région en face de chaque numéro de département (voir le chapitre 5).
2. Une fois la fonction entrée dans toute la colonne, figez-la pour ne retenir que le résultat (cela allège le tableau et les temps de calcul).
3. Étendez la plage des données sources (à la colonne *N*), en modifiant la définition du nom `Table` dans le classeur `StaServ.xlsx`.
4. Définissez une nouvelle liste personnalisée à partir des 22 noms de régions et des deux éléments `Europe` et `Autres`, placés en fin de liste.
5. Mettez à jour le tableau croisé dynamique afin qu'il affiche `Région` dans sa liste de champs.
6. Ajoutez le champ `Région` aux étiquettes de colonnes (avant le champ `Provenance`) et, dans le tableau croisé dynamique, triez cette nouvelle série d'étiquettes en fonction de la liste personnalisée constituée au point 4.

Maîtriser les regroupements spécifiques aux champs de dates dans un tableau croisé dynamique

Toujours à partir du même tableau de données, construisez une autre synthèse qui utilise

les dates en étiquettes de lignes.

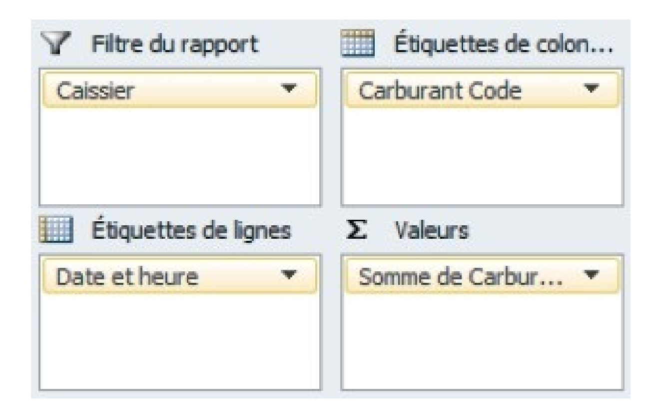


Figure 3–31 Avec une telle disposition, le résultat obtenu n'est pas très satisfaisant. En effet, laissées telles quelles, les dates listées en étiquettes de lignes ne permettent aucune synthèse et vous vous retrouvez avec un tableau croisé de plus de 230 000 lignes (en fait, autant que le tableau initial).

Pour que le tableau ait un sens, il faut faire des regroupements sur le champ de dates.

1 Cliquez droit sur l'une des étiquettes de lignes et choisissez *Grouper*.

2 Excel ayant reconnu des dates, il propose des choix adaptés. Sélectionnez d'abord *Mois*, puis *Jours* et cliquez sur *OK*.

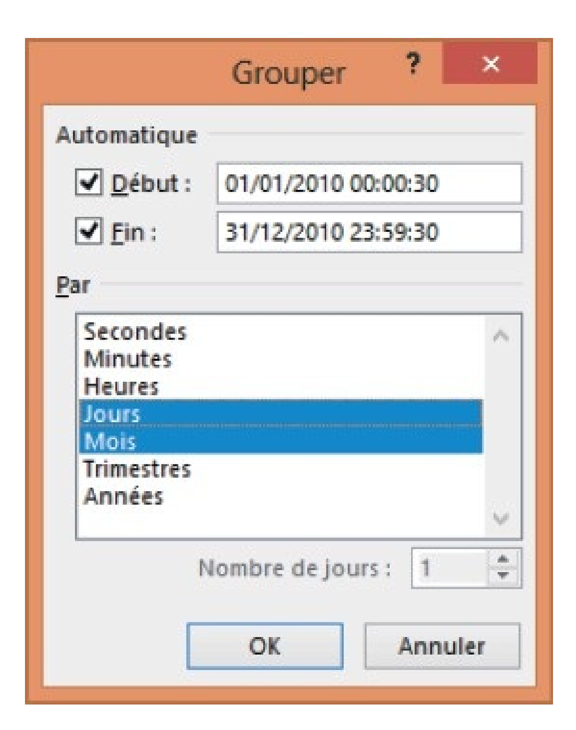


Figure 3–32 Lorsque le champ sélectionné contient des dates, Excel propose toute une série de regroupements en relation avec ces dates (années, mois, etc.).

ASTUCE Regrouper par semaines

Si vous sélectionnez *Jours*, une case sert à préciser combien de jours mettre ensemble (`1` par défaut) ; en indiquant `7` par exemple, vous faites des regroupements par semaines. Ce nombre étant pratiquement illimité, vous pouvez demander des regroupements très farfelus.

3 Cliquez droit sur une étiquette de ligne correspondant à un jour et choisissez *Développer/Réduire>Réduire le champ entier*.

4 Votre tableau est pratiquement terminé. Il ne vous reste plus qu'à masquer la colonne (*Vide*). En effet, certaines lignes de la base ne contiennent pas de code carburant (cela peut correspondre à des clients entrés dans la station uniquement pour acheter de quoi manger).

5 Déroulez le menu *Étiquettes de colonnes* et décochez la case *(Vide)*.

> **ASTUCE Conserver une trace du tableau croisé**
>
> L'objet d'un tableau croisé est de faire dire aux données le maximum de choses. Vous allez donc passer votre temps à le transformer en croisant de nouveaux champs, en ajoutant des filtres, en masquant des données et ainsi de suite. Si vous parvenez à un tableau particulièrement parlant dont vous souhaitez conserver une trace, faites un simple copier-coller du tableau sur une autre feuille (attention, commencez votre sélection à la hauteur des étiquettes de colonnes, en omettant la première ligne du tableau). Ce que vous récupérez est un tableau tout simple, complètement déconnecté du tableau croisé dynamique d'origine.

Maîtriser les regroupements spécifiques aux champs de valeurs dans un tableau croisé dynamique

Si vous utilisez un champ numérique pour les étiquettes de lignes, Excel vous propose des regroupements par tranches.

On crée un nouveau tableau qui donne le total des ventes de produits alimentaires en fonction de la température extérieure.

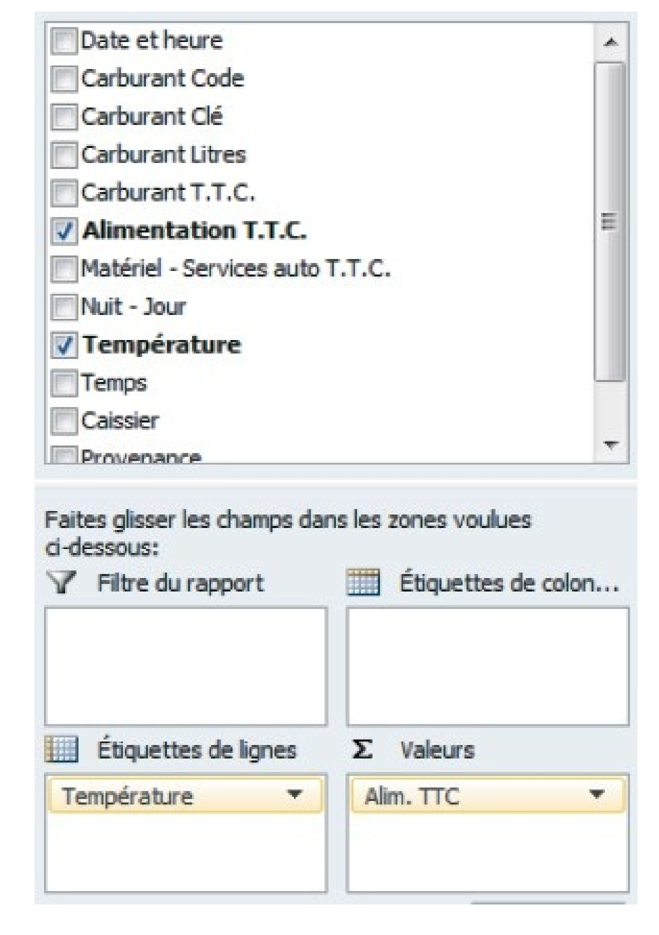


Figure 3–33 Le nouveau tableau croisé ne met à contribution que deux champs. Le titre utilisé dans le tableau pour la rubrique Alimentation T.T.C. a été personnalisé grâce à la commande Paramètres des champs de valeurs.

On lui a appliqué le style *Style de tableau croisé dynamique moyen 7* à partir du groupe *Outils de tableau croisé dynamique>Création>Styles de tableau croisé dynamique*. On a complété cette première mise en forme avec les commandes *Format de nombre* et *Format de cellule* accessibles directement dans le menu contextuel du champ ou par l'intermédiaire de l'article *Paramètres de champ*.

	A	B
1	Temp.	Alim. TTC
2	-5	1 918
3	-4	217 806
4	-3	16 529
5	-2	36 632
6	-1	343 160
7	0	274 122
8	1	318 035

Figure 3–34 Premières lignes du nouveau tableau croisé après quelques mises en forme.

Cette présentation n'est pas encore satisfaisante (trop de lignes). Le choix de la commande *Grouper* à partir du menu contextuel de la colonne *A* affiche une boîte de dialogue proposant des regroupements par fourchettes de valeurs. On décide de constituer des

tranches tous les 5 degrés. Une fois la boîte de dialogue validée, le tableau croisé est réduit à 10 lignes.

Mais comment interpréter les résultats ? Les différences observées sont-elles attribuables à des différences de comportement en fonction des températures ou ne sontelles que le reflet des températures survenues sur une année ?

Modifier l'affichage des valeurs d'un tableau croisé dynamique

Poursuivons l'analyse du tableau en jouant avec le champ de valeurs. Pour l'instant, il est unique et synthétise les données avec la fonction *SOMME*.

B.A-BA Comment afficher les valeurs du tableau croisé dynamique ?

Lorsque vous choisissez de placer une rubrique dans la zone *Valeurs*, Excel choisit une opération par défaut. Si toutes les données sont numériques, il les synthétise avec une somme ; si elles sont textuelles, il met plutôt en œuvre un dénombrement. En choisissant *Paramètres des champs de valeurs*, vous pouvez choisir parmi onze fonctions statistiques.

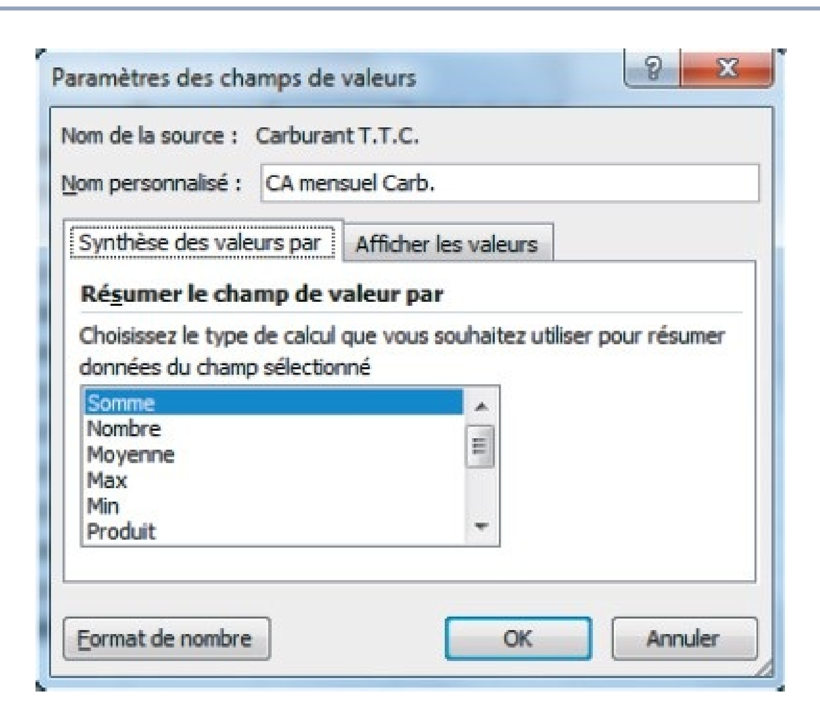


Figure 3–35 Pour synthétiser les données, vous pouvez utiliser l'une des onze fonctions statistiques proposées dans cette liste, mais en activant l'onglet Afficher les valeurs, vous disposez de 14 options supplémentaires qui offrent des affichages spéciaux.

Des tableaux croisés dynamiques avec des champs de valeurs multiples

À l'image de ce qui est réalisable pour les étiquettes de lignes et de colonnes, vous pouvez installer plusieurs champs dans la zone *Valeurs*. Cependant, contrairement aux règles à respecter pour les têtes de lignes et de colonnes, il peut s'agir ici du même champ. C'est ce que nous allons mettre en œuvre ici.

1 Faites glisser quatre fois de suite le champ `Alimentation T.T.C.` vers la zone *Valeurs*.

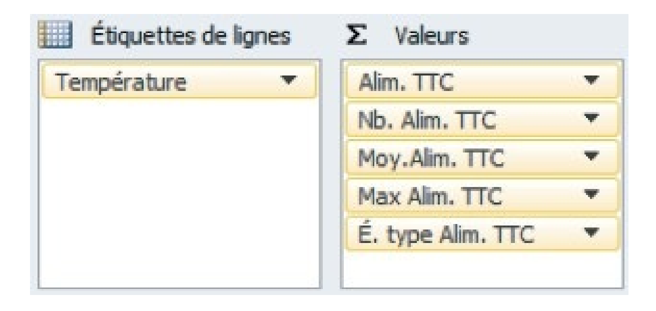


Figure 3–36 Dans la zone Valeurs, vous pouvez utiliser un même champ plusieurs fois.

2 Pour chaque occurrence de champ, déroulez le menu contextuel et choisissez *Paramètres des champs de valeurs*.

3 Sélectionnez successivement les fonctions *Nombres*, *Moyenne*, *Max* et *Écartype*. À partir de chacune des boîtes de dialogue, cliquez sur le bouton *Format de nombre* et modifiez à votre convenance. Toujours à partir de la même boîte de dialogue, vous pouvez personnaliser le titre, mais on obtient la même chose en travaillant directement dans les cellules *C1* à *F1* du tableau croisé dynamique.

Des tableaux croisés dynamiques avec des champs de valeurs sophistiqués

Si vous activez l'onglet *Afficher les valeurs*, vous disposez de 14 modes d'affichage supplémentaires.

1 Déroulez le menu contextuel des éléments de la colonne *B*.

2 Choisissez *Paramètres des champs de valeurs* et cliquez sur l'onglet *Afficher les valeurs*.

3 Dans la liste *Aucun calcul*, sélectionnez l'option *% du total de la colonne* et cliquez sur *OK* pour valider votre choix.

Temp.	Alim. TTC	Nb. Alim. TTC	Moy.Alim. TTC	Max Alim. TTC	É. type Alim. TTC
-5--1	5,96%	15 343	40,15	80,00	23,06
0-4	16,52%	42 741	39,94	80,00	23,03
5-9	20,28%	52 394	39,99	80,00	23,04
10-14	15,82%	40 813	40,04	80,00	23,09
15-19	12,04%	31 177	39,90	80,00	23,07
20-24	13,08%	33 786	40,02	80,00	23,05
25-29	9,65%	24 832	40,15	80,00	23,04
30-34	4,81%	12 478	39,85	79,98	23,15
35-39	1,69%	4 390	39,67	80,00	23,13
40-44	0,15%	398	38,92	79,86	23,08
Total général	**100,00%**	**258 352**	**39,99**	**80,00**	**23,06**

Figure 3–37 Le pourcentage du total de la colonne est l'un des 14 affichages sophistiqués disponibles pour présenter le champ Valeurs.

Voici quelques précisions sur le rôle de chacun. Vous trouverez, entre parenthèses, la position de l'exemple correspondant, dont l'illustration apparaît figure 3-38.

Tableau 3–4 14 options pour afficher les valeurs

Type d'affichage	Résultat
% du total général (L2C1)	Affiche les données sous forme de pourcentage du total général de toutes les données du tableau croisé dynamique.
% du total de la colonne (L3C1)	Affiche les données de chaque colonne sous forme de pourcentage du total de cette colonne.
% du total de la ligne (L4C1)	Affiche les données de chaque ligne sous forme de pourcentage du total de cette ligne.
% de (L5C1)	Affiche toutes les données sous forme de pourcentage d'un champ et d'un élément spécifié (toutes les cellules de l'élément sont affichées à 100 %).
% du total de la ligne parente (L1C2)	Cette option n'a de sens que si vous avez des étiquettes de lignes à plusieurs niveaux. Elle affiche chaque élément de détail en pourcentage de la ligne qui en est la synthèse.
% du total de la colonne parente (L2C2)	Cette option n'a de sens que si vous avez des étiquettes de colonnes à plusieurs niveaux. Elle affiche chaque élément de détail en pourcentage de la colonne qui en est la synthèse.
% du total du parent (L3C2)	Cette option n'a de sens que si vous avez des étiquettes de lignes ou de colonnes à plusieurs niveaux. Chaque élément du parent choisi est affiché à 100 % et tous les éléments hiérarchiquement inférieurs sont ramenés à un pourcentage de l'élément parent dont ils dépendent.
Différence par rapport (L4C2)	Affiche toutes les données sous forme de différence à partir d'un champ et d'un élément spécifiés.

Différence en % par rapport (L5C2)	Affiche toutes les données en utilisant la méthode précédente, mais en exprimant la différence sous forme de pourcentage.
Résultat cumulé par (L1C3)	Affiche les données d'éléments successifs (vous devez indiquer à quel champ ils appartiennent) en cumulant les totaux au fur et à mesure des lignes ou des colonnes.
% résultat cumulé dans (L2C3)	Affiche les données en utilisant la méthode précédente, mais en exprimant les cumuls successifs sous forme de pourcentage. Ce dernier est calculé en fonction du total de la ligne ou de la colonne (suivant le champ choisi).
Rang – Du plus petit au plus grand (L3C3)	Renvoie 1, 2, 3, etc. en fonction de la position de la valeur dans l'ensemble du champ indiqué. Si ce dernier est hiérarchiquement inférieur à un autre champ, c'est la position de la valeur dans l'élément parent qui est retenue.
Rang – Du plus grand au plus petit (L4C3)	Renvoie la même chose qu'avec l'option précédente, mais en considérant les données du champ choisi dans l'ordre décroissant.
Index (L5C3)	Affiche les données à l'aide de l'algorithme : `(Valeur × Total général) / (Total ligne × Total colonne)`

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	1 810	8 336	2 438	4070	16 654
Théâtre	6 774	3 610	2 962	8 692	22 038
Sud					
Plein air	7 789	8 806	7 120	1 693	25 408
Théâtre	8 872	2 694	1 612	4 172	17 350
Total	25 245	23 446	14 132	18627	81 450

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	21,09%	69,78%	45,15%	31,89%	43,04%
Théâtre	78,91%	30,22%	54,85%	68,11%	56,96%
Sud					
Plein air	46,75%	76,57%	81,54%	28,87%	59,42%
Théâtre	53,25%	23,43%	18,46%	71,13%	40,58%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	1 810	10 146	2 438	6 508	
Théâtre	6 774	10 384	2 962	11 654	
Sud					
Plein air	7 789	16 595	7 120	8 813	
Théâtre	8 872	11 566	1 612	5 784	
Total	25 245	48 691	14 132	32 759	

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	2,22%	10,23%	2,99%	5,00%	20,45%
Théâtre	8,32%	4,43%	3,64%	10,67%	27,06%
Sud					
Plein air	9,56%	10,81%	8,74%	2,08%	31,19%
Théâtre	10,89%	3,31%	1,98%	5,12%	21,30%
Total	30,99%	28,79%	17,35%	22,87%	100,00%

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	17,84%	82,16%	37,46%	62,54%	100,00%
Théâtre	65,23%	34,77%	25,42%	74,58%	100,00%
Sud					
Plein air	46,94%	53,06%	80,79%	19,21%	100,00%
Théâtre	76,71%	23,29%	27,87%	72,13%	100,00%
Total	51,85%	48,15%	43,14%	56,86%	100,00%

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	10,87%	60,92%	14,64%	39,08%	
Théâtre	30,74%	47,12%	13,44%	52,88%	
Sud					
Plein air	30,66%	65,31%	28,02%	34,69%	
Théâtre	51,14%	66,66%	9,29%	33,34%	
Total	30,99%	59,78%	17,35%	40,22%	

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	7,17%	35,55%	17,25%	21,85%	20,45%
Théâtre	26,83%	15,40%	20,96%	46,66%	27,06%
Sud					
Plein air	30,85%	37,56%	50,38%	9,09%	31,19%
Théâtre	35,14%	11,49%	11,41%	22,40%	21,30%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	21,09%	69,78%	45,15%	31,89%	43,04%
Théâtre	78,91%	30,22%	54,85%	68,11%	56,96%
Sud					
Plein air	46,75%	76,57%	81,54%	28,87%	59,42%
Théâtre	53,25%	23,43%	18,46%	71,13%	40,58%
Total					

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	1	2	1	1	1
Théâtre	2	1	2	2	2
Sud					
Plein air	1	2	2	1	2
Théâtre	2	1	1	2	1
Total					

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	10,87%	50,05%	14,64%	24,44%	100,00%
Théâtre	30,74%	16,38%	13,44%	39,44%	100,00%
Sud					
Plein air	30,66%	34,66%	28,02%	6,66%	100,00%
Théâtre	51,14%	15,53%	9,29%	24,05%	100,00%
Total	30,99%	28,79%	17,35%	22,87%	100,00%

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air					
Théâtre	4 964	-4 726	524	4 622	5 384
Sud					
Plein air					
Théâtre	1 083	-6 112	-5 508	2 479	-8 058
Total					

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	2	1	2	2	2
Théâtre	1	2	1	1	1
Sud					
Plein air	2	1	1	2	1
Théâtre	1	2	2	1	2
Total					

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	26,72%	230,91%	82,31%	46,82%	75,57%
Théâtre	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Sud					
Plein air	87,79%	326,87%	441,69%	40,58%	146,44%
Théâtre	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Total					

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air					
Théâtre	274,25%	-56,69%	21,49%	113,56%	32,33%
Sud					
Plein air					
Théâtre	13,90%	-69,41%	-77,36%	146,43%	-31,71%
Total					

	Art dramatique		Musique		Total
	2008	2009	2008	2009	
Nord					
Plein air	0,35	1,74	0,84	1,07	1,00
Théâtre	0,99	0,57	0,77	1,72	1,00
Sud					
Plein air	0,99	1,20	1,62	0,29	1,00
Théâtre	1,65	0,54	0,54	1,05	1,00
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Figure 3–38 Le tableau situé dans le coin supérieur gauche correspond à l'option Aucun calcul. Il s'agit simplement de la somme du CA par catégories. Les 14 autres illustrent les options disponibles dans l'onglet Afficher les valeurs de la boîte de dialogue Paramètres des champs de valeurs, dans l'ordre de leur apparition dans la liste déroulante Afficher les valeurs.

> **PRATIQUE Accès direct aux fonctions de synthèse**
>
> En cliquant droit sur une valeur quelconque du tableau croisé, vous accédez directement aux fonctions statistiques et aux fonctions de synthèse sophistiquées, grâce aux articles *Synthétiser les valeurs par* et *Afficher les valeurs*.

Des tableaux croisés dynamiques avec des champs calculés

En reprenant l'exemple présenté figure 3-34, vous vous apercevez que les mêmes cumuls, mais en H.T., vous seraient utiles. Rappelons ici que votre tableau d'origine contient plus de 400 000 lignes ; il est donc inutile de le surcharger d'une rubrique supplémentaire, uniquement pour cela. La solution la plus rationnelle est donc de créer un champ calculé, mais juste au niveau du tableau croisé.

1 Déroulez le bouton *Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Calculs>Champs, éléments et jeux* et choisissez *Champ calculé*.

2 Remplissez la boîte de dialogue *Insertion d'un champ calculé* à l'image de la figure 3-39. Pour utiliser le nom d'un champ dans la formule, vous pouvez double-cliquer dessus à partir de la fenêtre *Champs*. Votre formule peut utiliser l'ensemble des opérateurs courants ainsi que la plupart des fonctions de calcul (*ARRONDI*, etc.).

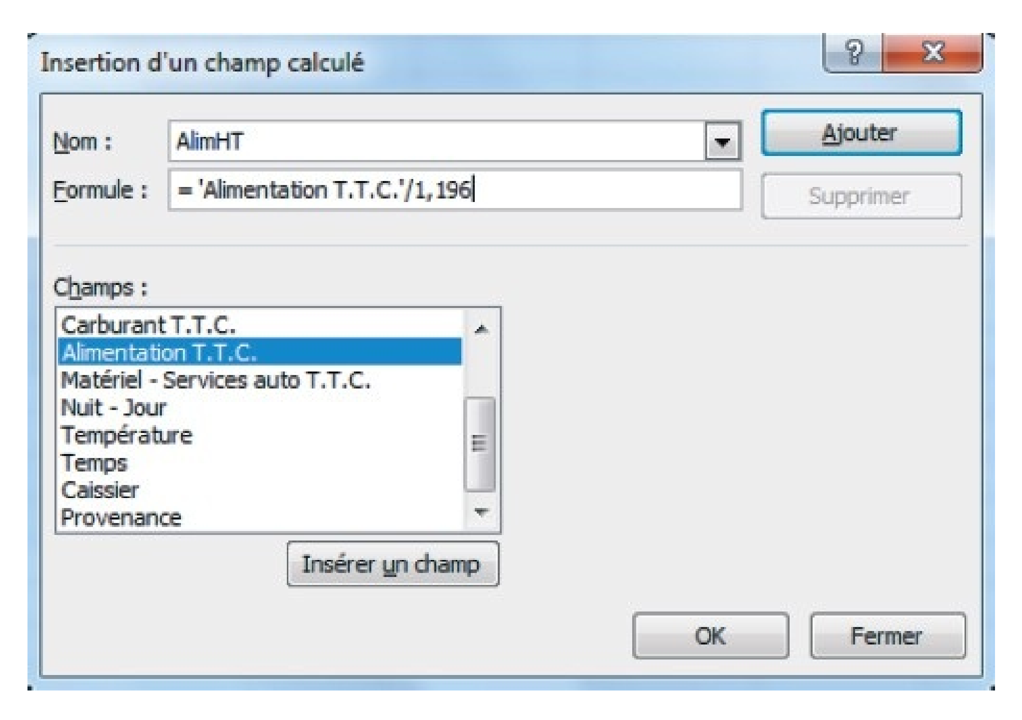


Figure 3–39 Définissez le champ calculé en lui attribuant un nom et en lui faisant correspondre une formule. Si par la suite vous souhaitez modifier ou supprimer ce champ, il faut repasser par cette boîte de dialogue.

3 Dans la case *Nom*, donnez un intitulé explicite à votre champ calculé, puis cliquez sur *Ajouter*.

4 Que vous cliquiez ensuite sur *OK* ou *Fermer*, le résultat est le même. Le nouveau champ est ajouté à la liste et il est automatiquement installé dans la zone *Valeurs* de votre tableau croisé.

=LIREDONNEESTABCROISDYNAMIQUE("Alim. TTC";$A$1;"Température";A2)/1,196

TCD4s.xlsx

	A	B	C	D
1	Temp.	Alim. TTC	Alim. HT	Alim. HT
2	-5--1	616 045	515 088	515 088
3	0-4	1 707 064	1 427 311	1 427 311
4	5-9	2 095 269	1 751 897	1 751 897
5	10-14	1 634 332	1 366 498	1 366 498
6	15-19	1 243 991	1 040 127	1 040 127
7	20-24	1 352 007	1 130 440	1 130 440
8	25-29	996 990	833 604	833 604
9	30-34	497 192	415 712	415 712
10	35-39	174 154	145 614	145 614
11	40-44	15 490	12 952	12 952
12	Total général	10 332 534	8 639 243	

Figure 3–40 Le tableau obtenu intègre le champ calculé. Vous auriez pu également construire une formule, à côté du tableau, qui utilise la fonction LIREDONNEESTABCROISDYNAMIQUE. Cette dernière est automatiquement mise en œuvre dès que vous cliquez sur une cellule de tableau croisé dynamique.

PRATIQUE Pérenniser la mise en forme malgré les mises à jour

Lors de la mise à jour d'un tableau croisé, Excel peut appliquer automatiquement des paramètres susceptibles de remettre en cause des mises en forme installées en amont. Deux cases sont à votre disposition pour désactiver ces transformations automatiques : *Ajuster automatiquement la largeur des colonnes lors de la mise à jour* et *Conserver la mise en forme des cellules lors de la mise à jour*. Toutes deux se trouvent tout en bas de l'onglet *Disposition et mise en forme*, dans la boîte de dialogue *Options du tableau croisé dynamique* (*Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Options du tableau croisé dynamique>Options>Options*).

Les outils d'analyse d'un tableau croisé dynamique

Une fois le tableau construit, les regroupements définis et les réductions mises en place, il est possible d'exclure certaines données. On parle alors de filtres. Pour les installer dans un tableau croisé, plusieurs méthodes sont disponibles.

Filtrer les champs d'un tableau croisé dynamique

Masquer certains éléments d'un champ de tableau croisé dynamique

Nous l'avons vu un peu plus haut avec les cellules vides, il est possible d'exclure certains éléments de l'affichage. Il suffit de dérouler le menu contextuel du champ et de décocher les cases correspondant aux éléments indésirables. Dès lors, la flèche est remplacée par un entonnoir.

Afficher les éléments d'un champ de tableau croisé dynamique en fonction de leur importance

Si vous avez sélectionné une partie des éléments du champ, cliquez droit dessus et choisissez *Conserver uniquement les éléments sélectionnés* ou *Masquer les éléments sélectionnés*. Vous avez également la possibilité de sélectionner la commande *10 premiers* pour ne garder à l'affichage que les éléments placés en tête ou en queue de liste lorsque ces derniers sont triés.

Appliquer des filtres au tableau croisé dynamique en fonction de la nature d'un champ

- Si le champ est composé de dates, vous allez trouver une commande *Filtres chronologiques* qui propose des choix comme *Le mois prochain*, *Le trimestre dernier*, etc.
- Sinon, la commande sera intitulée *Filtre s'appliquant aux étiquettes* et, en fonction de la nature des éléments du champ (textes ou nombres), Excel proposera des critères destinés à filtrer facilement des valeurs numériques ou des chaînes de caractères.
- Juste au-dessous, se trouve la commande *Filtre s'appliquant aux valeurs*. Elle permet de masquer certaines lignes ou colonnes du tableau en posant des contraintes sur les valeurs totales apparaissant en regard de chaque élément du champ.

Filtrer les valeurs d'un tableau croisé dynamique avec un filtre de rapport

Vous pouvez faire en sorte que les fonctions de synthèse du tableau croisé ne fassent les calculs que sur certaines fiches de la table source. Pour cela, placez dans la zone *Filtre du rapport* le champ à partir duquel vous souhaitez exprimer vos critères de sélection. Vous pouvez d'ailleurs en placer plusieurs.

> **PRATIQUE Autant de tableaux que de caissiers**
>
> Une fois que vous avez installé un champ dans la zone *Filtre du rapport*, vous pouvez dérouler le bouton *Outils de tableau croisé dynamique>Options>Options du tableau croisé dynamique>Options* pour y choisir *Afficher les pages de filtre de rapport*. Dès lors, Excel crée autant de pages que d'éléments apparaissant dans le champ (quatre pages dans notre exemple, autant que de caissiers).

Le menu déroulant du champ installé dans la zone *Filtre du rapport* propose autant d'affichages que d'éléments composant le champ. Vous pouvez également afficher les données correspondant à plusieurs éléments. Dans ce cas, il faut commencer par cocher la case *Sélectionner plusieurs éléments.*

Filtrer un tableau croisé dynamique avec des segments

Les segments sont apparus avec la version 2010. Ce sont des filtres qui fonctionnent comme les filtres du rapport, mais avec une ergonomie beaucoup plus simple. Créezen autant que vous voulez ; pour les construire, vous pouvez utiliser tous les champs de la table source, qu'ils participent déjà ou non au tableau croisé.

1 Cliquez sur *Insertion>Filtre>Segment*. Vous pouvez afficher autant de segments que de champs dans votre table source.

2 Cochez les cases correspondant aux champs à partir desquels vous souhaitez exprimer des filtres.

3 Une fois les segments affichés, cliquez sur les éléments correspondant aux fiches à prendre en compte dans les fonctions de calcul du tableau. Pour sélectionner plusieurs éléments, pressez la touche *Ctrl*.

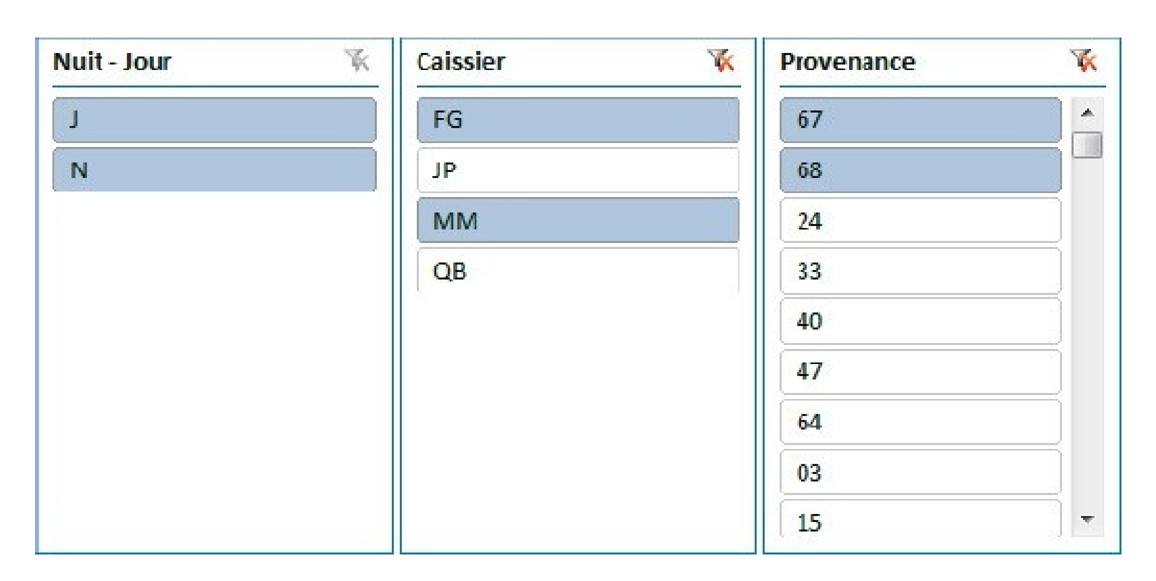


Figure 3–41 Tous les critères exprimés se combinent. Seules les fiches les remplissant tous simultanément sont prises en compte pour le calcul du tableau croisé.

Pour supprimer un segment, il suffit de sélectionner la fenêtre correspondante et de presser la touche *Suppr*.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Les chronologies

Si l'un des filtres à mettre en place concerne un champ de date, vous pouvez utiliser une chronologie. Il s'agit d'un segment spécifique qui sert, dans un tableau croisé dynamique, à exprimer un filtre chronologique de façon plus ergonomique.
Toujours à partir de la table `StaServ.xlsx!Table`, nous avons construit un tableau croisé dynamique avec les régions en tête de lignes, le cumul du carburant T.T.C. en valeurs et les dates en filtres (figure 3-42). Par défaut, le tableau affiche le cumul pour toute l'année 2010 et pour chaque région. À partir de la sélection du tableau, nous avons ensuite choisi *Insertion>Filtres>Chronologie*, puis coché la case `Date et heure` apparue dans la boîte de dialogue *Insérer une chronologie ?* (cette boîte de dialogue est également accessible via *Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Filtrer*). La figure 3-42 montre les ventes de carburant cumulées pour les deux mois de juillet et août.

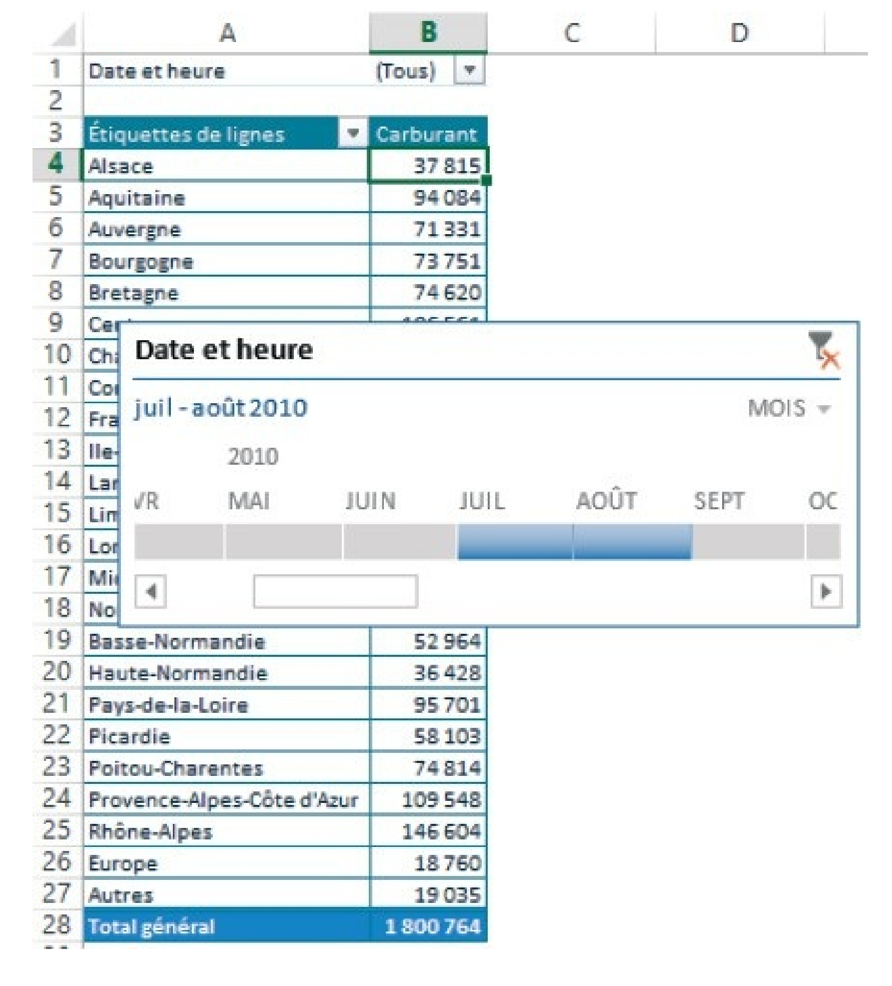


Figure 3–42 Une fois le segment chronologique affiché, cliquez-glissez sur Juillet et Août pour limiter les cumuls à cette période.

Pour disposer d'une périodicité différente, il suffit de cliquer sur la liste déroulante *Mois*, au sein du segment chronologique, et de choisir *Année*, *Trimestre* ou *Jour*.

Analyser un résultat du tableau croisé dynamique : afficher le détail d'un agrégat

Lors de l'examen du tableau croisé, certains résultats pourront vous surprendre. Pour avoir un aperçu instantané du détail des fiches qui ont participé à la construction de ce résultat, double-cliquez sur la cellule concernée. Automatiquement, Excel crée une nouvelle feuille avec l'intégralité de ces fiches. Attention, les filtres installés par l'intermédiaire des segments ne sont pas pris en compte lors de l'exécution de cette commande.

ASTUCE Double-clic muet

Si votre double-clic demeure sans effet, c'est certainement parce que la case *Activer l'affichage des détails* a été décochée. Elle se trouve dans l'onglet *Données* de la boîte de dialogue *Options du tableau croisé dynamique* (*Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Options du tableau croisé dynamique>Options>Options*).

Peaufiner la présentation d’un tableau croisé dynamique

Excel propose toute une série d’options pour intervenir sur la présentation du tableau. Voici les principales.

Afficher ou masquer les sous-totaux d’un tableau croisé dynamique

À l’issue de la création d’un tableau croisé, Excel affiche automatiquement totaux et sous-totaux. Ces derniers peuvent être masqués ou affichés à loisir en utilisant les boutons déroulants *Sous-totaux et Totaux généraux* que vous trouvez dans le groupe *Outils de tableau croisé dynamique>Création>Disposition*.

Modifier l’affichage des étiquettes de lignes et de colonnes d’un tableau croisé dynamique

Lorsque les intitulés de lignes et de colonnes sont constitués de plus d’un niveau hiérarchique, Excel offre plusieurs types d’affichage (sur une seule ou sur plusieurs colonnes/lignes, avec un saut de ligne ou non entre les groupes, etc.). Vous pouvez peaufiner ces divers réglages en utilisant les boutons déroulants *Disposition du rapport* et *Lignes vides* que vous trouvez dans le groupe *Outils de tableau croisé dynamique>Création>Disposition*.

BONNE PRATIQUE Adapter les styles automatiques

À première vue, l’offre en matière de styles automatiques est limitée aux vignettes réunies dans la liste *Styles de tableau croisé dynamique* (*Outils de tableau croisé dynamique>Création*). En fait, elle est beaucoup plus riche qu’il n’y paraît. Cochez ou décochez les cases du groupe *Outils de tableau croisé dynamique>Création>Options de style de tableau croisé dynamique* et vous verrez les vignettes s’adapter instantanément.

Mettre à jour un tableau croisé dynamique

PRATIQUE Poids des fichiers

Lorsque vous créez un tableau croisé, la table source des données est par défaut copiée dans le classeur où il se trouve. La présence de cette copie vous permet de modeler votre tableau croisé en ayant l’affichage immédiat de sa nouvelle forme. Vous pouvez donc travailler avec la source fermée. Si cette copie n’était pas présente dans le classeur, à chaque petite transformation, Excel serait contraint de balayer le fichier source pour présenter le tableau sous sa nouvelle mouture. Cette contrainte peut être très chronophage et, si le fichier source est particulièrement lourd, Excel peut échouer lors de cette mise à jour.

La contrepartie de cette souplesse est bien sûr le poids du fichier contenant à la fois vos tableaux

croisés et la copie du fichier source. Si vous le souhaitez, vous pouvez décocher la case *Enregistrer les données source avec le fichier* qui se trouve dans l'onglet *Données* de la boîte de dialogue *Options du tableau croisé dynamique* (*Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Options du tableau croisé dynamique>Options>Options*).

Si vous faites des modifications dans la table des données sources, ces dernières ne sont pas automatiquement répercutées dans le tableau croisé. Pour qu'elles le soient, vous devez dérouler le bouton *Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Données>Actualiser* et choisir *Actualiser*.

PRATIQUE Accélérer l'actualisation des données

Si vos demandes d'actualisation prennent vraiment beaucoup de temps, cochez la case *Désactivez l'annulation des opérations d'actualisation des tableaux croisés dynamiques pour réduire la durée d'actualisation*. Pour y accéder, vous devez choisir *Fichier>Options>Options avancées>Données* (ou la section *Général* sous Excel 2010). Vous pouvez régler le nombre de lignes à partir duquel cette option entre en vigueur (la valeur indiquée correspond au nombre de lignes de la table source, exprimé en milliers).

Grâce à la présence d'une copie de la table source, le tableau est rapidement mis à jour dès que vous modifiez sa structure. Si, néanmoins, vous manipulez une table très lourde, ces mises à jour peuvent ralentir votre travail. Si c'est le cas, cochez la case *Différer la mise à jour de la disposition* située tout en bas du volet du tableau croisé. La mise à jour du tableau sera effectuée uniquement sur votre demande, lorsque vous cliquerez sur le bouton *Mettre à jour*, lui aussi placé tout en bas du volet.

EN PRATIQUE Imprimer un tableau croisé

Les règles d'impression présentées au chapitre 2 s'appliquent aux tableaux croisés dynamiques. Néanmoins, l'onglet *Impression* de la boîte de dialogue *Options du tableau croisé dynamique* (*Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Options du tableau croisé dynamique>Options>Options*) sert à régler quelques paramètres spécifiques aux tableaux croisés.

Utiliser un graphique croisé dynamique

Sous Excel 2010, le bouton déroulant *Tableau croisé dynamique* qui se trouve dans le groupe *Insertion>Tableaux* offre deux commandes : *Tableau croisé dynamique* et *Graphique croisé dynamique*. Sous Excel 2013, le bouton déroulant *Graphique croisé dynamique* se trouve dans le groupe *Insertion>Graphiques*. Cette commande déclenche la création non seulement d'un tableau croisé, mais aussi d'un graphique. Parallèlement à la création de ces deux objets, elle ouvre un volet qui ressemble comme deux gouttes d'eau à celui qui est affiché pour les tableaux croisés. Dans le cadre des graphiques

croisés dynamiques, vous pouvez utiliser tous les types de représentation sauf les modèles boursiers, nuages de points et bulles.

Créer un graphique croisé dynamique

Nous partons toujours du même fichier (les 430 212 fiches de la station-service), mais en demandant cette fois-ci la création d'un graphique croisé dynamique. On crée un graphique équivalent au tableau de la figure 3-34, avec les températures en étiquettes de lignes (ici, en abscisses) et les ventes de carburant T.T.C. en valeurs.

> **ASTUCE Graphique partiel**
>
> Pour faire un graphique sur une partie des données d'un tableau, il faut l'isoler par un *Collage spécial>Valeurs*. Néanmoins, avant de faire cela, vérifiez que cette sélection ne peut pas être obtenue à l'aide de filtres exercés directement sur le graphique.

Dès que vous avez placé les deux champs dans les zones appropriées, Excel trace automatiquement un graphique qui prend la forme du type défini par défaut (voir le chapitre 8).

> **IDENTIFICATION Nom du tableau lié**
>
> Pour connaître le nom du tableau dont dépend votre graphique croisé dynamique, cliquez sur le bouton *Sélectionner les données* situé dans le groupe *Outils de graphique croisé dynamique>Création>Données*.

Modifier un graphique croisé dynamique

Les champs utilisés pour construire le graphique apparaissent sur ce dernier dans des cadres gris. En déroulant les menus associés, vous pouvez, exactement comme dans les tableaux, définir des tris et des filtres propres à chacun d'eux. Un clic droit sur les cadres gris correspondant aux valeurs affiche également un menu contextuel dans lequel apparaissent les commandes susceptibles d'agir sur la représentation des valeurs.

Le graphique étant dépendant du tableau créé parallèlement, c'est dans ce dernier que vous pouvez faire certaines modifications. Par exemple, pour regrouper les diverses températures en fourchettes sur l'axe des abscisses, il faut agir avec la commande *Grouper* à partir des étiquettes de lignes du tableau. Pour les autres paramètres, un graphique croisé dynamique se modifie exactement comme un graphique « normal » (consultez le chapitre 8 pour en savoir plus).

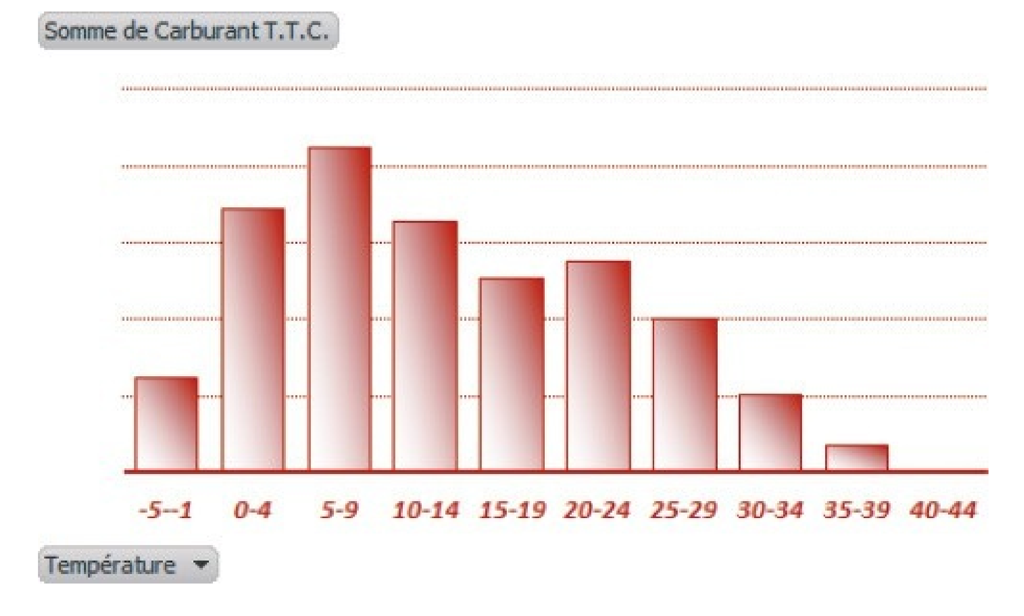


Figure 3–43 Nouvel aspect du graphique après des transformations effectuées sur le graphique et dans le tableau.

> **ASTUCE Retrouver un graphique « normal »**
>
> Si vous supprimez le tableau croisé dynamique associé au graphique, vous vous retrouvez avec un graphique « normal ».

Dominez les formules

4

Excel ne serait rien sans ses formules. Tous ces petits automatismes qui parsèment vos feuilles transforment vos tableaux en véritable arsenal de guerre, capables de réaliser en quelques secondes des milliers de calculs et autant de simulations.



SOMMAIRE

- Syntaxe des formules
- Syntaxe des fonctions
- Erreurs dans les formules
- Formules matricielles
- Modes de calcul
- Liaisons

MOTS-CLÉS

- Calcul
- Circulaire
- Erreur
- Fonction

- Formule
- Imbrication
- Itératif
- Liaison
- Matrice
- Opérateur

Vous pouvez cantonner Excel au stockage de données… mais c'est dommage ! Sa véritable force, c'est la facilité avec laquelle vous construisez les formules. Ces dernières savent comment synthétiser, rechercher et transformer les valeurs disponibles dans les cellules proches ou dans les classeurs enfouis au fond de plusieurs répertoires. Suivant la nature des formules mises en place, vous devrez vous familiariser avec les liaisons et les divers modes de calcul disponibles.

Comment une formule est-elle construite ?

Une formule commence toujours par le signe `=`. Après ce signe, vous utilisez ce que vous voulez pour indiquer à Excel l'objet de votre calcul. Il peut s'agir de fonctions préprogrammées, d'opérateurs de base, de valeurs ou de références de cellules.

ASTUCE Afficher les formules ou leur résultat ?

La syntaxe des formules apparaît toujours dans la barre de formule, alors que, par défaut, les cellules affichent leur résultat. Le raccourci clavier *Ctrl+"* donne le choix d'afficher dans les cellules la syntaxe des formules plutôt que leur résultat, et d'alterner entre les deux affichages.

Les principales composantes d'une formule

Pour construire une formule, vous pouvez donc utiliser beaucoup d'éléments, mais si vous ne voulez pas voir surgir le trop fréquent message d'alerte `Erreur dans la formule`, il faut respecter un certain nombre de règles.

Les opérateurs d'une formule

Les opérateurs disponibles appartiennent à l'un des quatre types suivants : arithmétiques, de comparaison, de texte ou de référence.

Tableau 4–1 Opérateurs arithmétiques

Opérateur	Symbole et exemple
Addition	`+` (`=2+4` renvoie `6`)
Soustraction	`-` (`=2-4` renvoie `-2`)
Multiplication	`*` (`=2*4` renvoie `8`)
Division	`/` (`=2/4` renvoie `0,5`)
Élévation à la puissance	`^` (`=2^4` renvoie `16`)
Pourcentage	`%` (`=2%` renvoie `0,02`)

Tableau 4–2 Opérateurs de comparaison

Opérateur	**Symbole et exemple**
Inférieur à	< (=2<4 renvoie VRAI)
Supérieur à	> (=2>4 renvoie FAUX)
Inférieur ou égal à	<= (=2<=4 renvoie VRAI)
Supérieur ou égal à	>= (=2>=4 renvoie FAUX)
Égal à	= (=2=4 renvoie FAUX)
Différent de	<> (=2<>4 renvoie VRAI)

Tableau 4–3 Opérateur de texte

Opérateur	**Symbole et exemple**
Concaténation	& (="Prix : "&2&" €" renvoie Prix : 2 €)

Tableau 4–4 Opérateurs de référence

Opérateur	**Symbole et exemple**
Plage	: (A1:B2 désigne la plage composée des cellules *A1*, *A2*, *B1* et *B2*)
Union	; (A1;B2 désigne les deux cellules *A1* et *B2*)
Intersection	Espace (A1:B2 B1:C2 désigne la plage composée des cellules *B1* et *B2*)

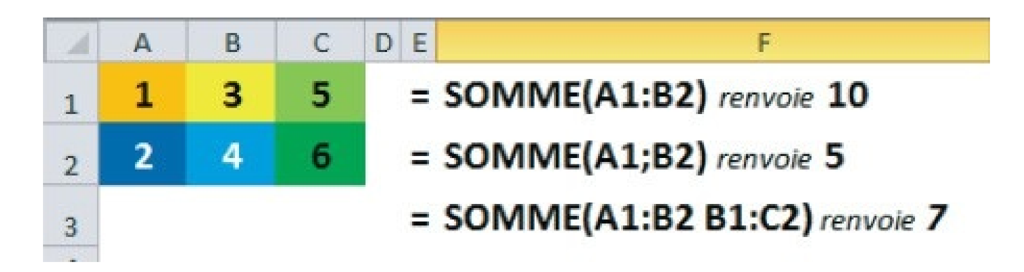


Figure 4–1 Les opérateurs de référence aident à désigner les plages de cellules sur lesquelles s'effectuent les calculs.

Pourquoi introduire des parenthèses dans une formule ?

Pour calculer le résultat d'une formule, Excel respecte un certain ordre. Après le signe égal, il exécute les calculs en progressant de gauche à droite et en suivant l'ordre de priorité des opérations. Si deux opérations ne peuvent être départagées par leur ordre de priorité, Excel commence par celle située le plus à gauche. Pour contrarier cet ordre, il faut utiliser des parenthèses : ainsi, la formule =2*3/4*6 renvoie 9, alors que la formule =(2*3)/(4*6) renvoie 0,25.

CONNAÎTRE Ordre de priorité des opérations

Cet ordre est le suivant :
`:`, `espace`, `;`, `%`, `^`, `*` et `/`, `+` et `-`, `&`, `=`, `<`, `>`, `<=`, `>=`, `<>`.

Les opérandes d'une formule

On appelle opérandes les valeurs transformées par les opérateurs. Dans une formule, ces valeurs peuvent être exprimées sous forme de constantes ou de références. La formule `=2+4` utilise deux constantes (`2` et `4`), alors que la formule `=A1+A2` utilise deux références de cellules ; si *A1* contient la valeur `2` et *A2* la valeur `4`, les deux formules donnent le même résultat.

RAPPEL Références relatives et absolues

Dans une formule, pour désigner la cellule *A1*, on dispose des quatre formes de référence : `A1` (référence relative), `$A$1` (référence absolue), `$A1` et `A$1` (références semi-relatives). Ces variantes induisent un comportement différent lors de la recopie de la formule. Pour en savoir plus, consultez, au milieu du chapitre 1, les deux apartés « B.A.-BA Références relatives et références absolues ».

Pourquoi saisir une référence de cellule avec son chemin d'accès ?

Si la cellule impliquée dans le calcul se trouve sur la même feuille que celle contenant la formule, la référence seule suffit. Si elle est placée dans une autre feuille ou un autre classeur, il faut associer le nom de ces derniers à la référence. La syntaxe à respecter est la suivante : `[Nom du classeur]Nom de la feuille!Référence cellule`. Si le classeur est fermé, c'est l'intégralité du chemin d'accès qu'il faut préciser : `C:\Répertoire1\Répertoire2…\[Classeur]Feuille!Cellule`. Pour en savoir plus, consultez au début du chapitre 1'aparté « B.A.-BA Construire les formules à l'aide des références de cellules ».

PRATIQUE Ne saisissez pas, cliquez !

Pour entrer la référence `A1` dans une formule, ne saisissez pas `A1`, mais cliquez plutôt dans la cellule *A1*. Vous gagnerez du temps et, surtout, vous éviterez beaucoup d'erreurs de frappe. Une fois le signe `=` entré, dès que vous cliquez dans une cellule, Excel introduit ses coordonnées dans la formule en cours de construction.
Cette technique est particulièrement rentable lorsqu'il s'agit de références externes. Si vous devez pointer sur la cellule d'un autre classeur, commencez par vous assurer que ce classeur est bien ouvert et, pour pointer sur sa cellule depuis la formule en construction, commencez par sélectionner le classeur (à partir de la barre des tâches, par exemple), puis cliquez sur l'onglet de la feuille concernée et enfin sur la cellule. Dès que vous validez votre formule (en pressant la touche *Entrée*), vous vous retrouvez automatiquement sur le classeur de la formule.

Lorsque des noms de classeurs ou de feuilles contiennent des espaces, certaines références utilisent des apostrophes. En privilégiant la souris, vous n'avez pas à vous soucier de ces détails. Dès que vous cliquez dans une cellule qui nécessite la présence de ces apostrophes, Excel les introduit de lui-même.

Pourquoi privilégier les noms pour construire une formule ?

Comme vous pouvez baptiser les cellules et les plages de cellules avec les noms de votre choix, rien ne vous empêche (et c'est même fortement recommandé !) d'utiliser ces noms à la place des références pour construire vos formules. La touche *F3* (ou *FN+F3*) vous donne instantanément la liste de tous les noms définis dans le classeur.

RENVOI Noms

Pour en savoir plus, consultez au début du chapitre 1 la section « Nommer les plages les plus utilisées », ainsi que le début du chapitre 2 « La zone Nom : créer des portes dérobées vers certaines cellules ».

À quoi servent les 460 fonctions préprogrammées ?

Pour construire vos formules, vous pouvez également utiliser l'une des 460 fonctions préprogrammées d'Excel (voir section suivante).



Figure 4–2 Les fonctions sont rangées en 8 catégories présentées dans le ruban, dans le groupe Bibliothèque de fonctions de l'onglet Formules. Utilisez les boutons déroulants pour choisir une fonction.

AMUSANT Écrire des équations

Déroulez le bouton *Insertion>Symboles>Équation* pour insérer une équation dans votre feuille de calcul. Une fois insérée (elle apparaît dans une zone de texte), vous pouvez la transformer en utilisant les outils disponibles dans l'onglet contextuel *Outils d'équation>Conception*, qui apparaît lorsque vous cliquez dans une équation. Si le bouton *Équation* apparaît grisé dans le ruban, commencez par choisir une forme quelconque à insérer à partir du bouton *Formes* du groupe *Illustrations*. Cela devrait suffire à rendre le bouton *Équation* disponible.

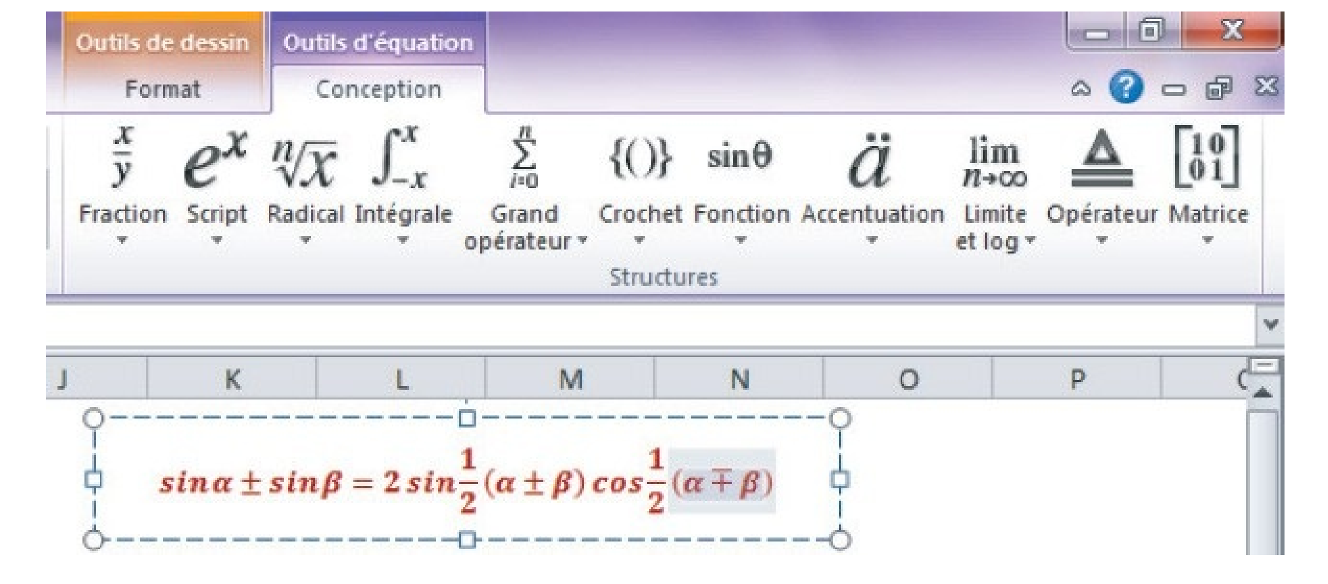


Figure 4–3 L'onglet contextuel propose une panoplie très complète de symboles pour construire tous les types d'équation.

Comment utiliser les 460 fonctions préprogrammées ?

Excel offre environ 460 fonctions prêtes à l'emploi pour mener à bien des calculs mathématiques, statistiques, financiers…

Comprendre la syntaxe des fonctions préprogrammées

Quelle que soit la fonction, la syntaxe est toujours la même : *=NomDeLaFonction()*.

Si la fonction a besoin qu'on lui fournisse des valeurs pour renvoyer son résultat, il faut les placer entre les parenthèses et, s'il y en a plusieurs, les séparer par des points-virgules. On appelle ces valeurs les arguments de la fonction. Par exemple, la fonction *=ARRONDI(A1;0)* utilise deux arguments. Le premier est une valeur numérique et le second un index (sous la forme d'un nombre entier) qui précise le niveau d'arrondi demandé. Si la cellule *A1* contient la valeur `250,326`, le résultat de la fonction est *250*.

Certaines fonctions n'ont pas besoin qu'on leur fournisse des valeurs pour renvoyer un résultat. La fonction *=AUJOURDHUI()* en est un exemple. À chaque fois qu'elle est calculée, elle renvoie un numéro de série correspondant à la date du jour.

Comment insérer une fonction dans une formule ?

Pour insérer une fonction, soit vous saisissez directement son nom dans la barre de formule, soit vous pressez simultanément les touches *Maj+F3* (ou *Maj+FN+F3*). La boîte de dialogue *Insérer une fonction* apparaît. Vous y accédez également en cliquant, dans le ruban, sur le bouton *Formules>Bibliothèque de fonctions>Insérer une fonction*, ou encore en utilisant le bouton *Insérer une fonction* situé juste à gauche de la barre de

formule.

> **ASSISTANCE Info-bulles des fonctions**
>
> Lorsque vous faites une saisie directe dans la barre de formule, dès que vous avez entré la parenthèse d'ouverture (et sous réserve que vous n'ayez pas fait d'erreur de frappe), Excel identifie la fonction et affiche sa syntaxe dans une info-bulle. Si toutefois cette dernière n'apparaissait pas, sélectionnez *Fichier>Options>Options avancées* puis, dans la section *Afficher*, vérifiez que la case *Afficher les info-bulles des fonctions* est bien cochée.

Trouver une fonction particulière parmi les 460 existantes

Si vous avez utilisé la case de recherche, Excel propose une liste de fonctions pouvant correspondre à votre descriptif. Sélectionnez celle qui vous intéresse et cliquez sur *OK*.

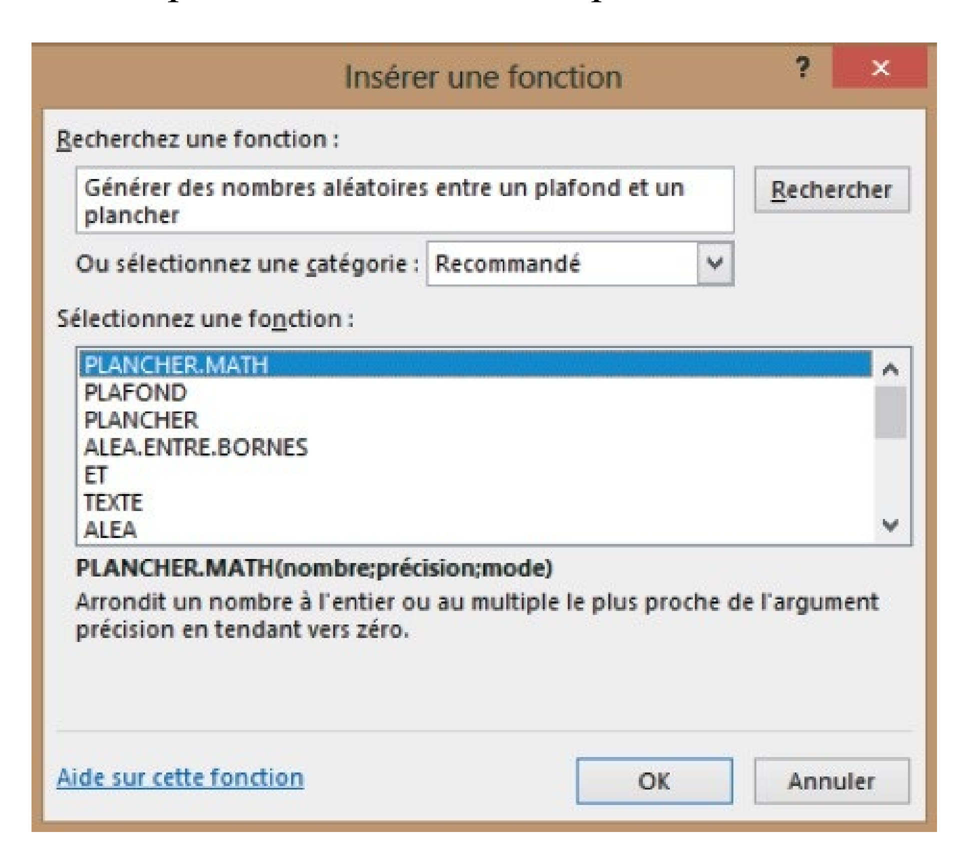


Figure 4–4 Si vous ne connaissez pas le nom de la fonction correspondant au calcul que vous souhaitez effectuer, tapez un bref descriptif dans la case Rechercher une fonction, puis cliquez sur le bouton situé juste à côté. Excel renvoie une série de fonctions susceptibles de répondre à l'objet de votre recherche.

Si vous connaissez le domaine d'appartenance de la fonction que vous voulez utiliser, effectuez votre choix dans la liste *Sélectionnez une catégorie*. Cliquez ensuite dans la fenêtre *Sélectionnez une fonction* et tapez la première lettre de la fonction pour y accéder plus rapidement.

> **SOS Aide sur une fonction**
>
> Si la fonction choisie vous paraît particulièrement obscure, n'hésitez pas à cliquer sur *Aide sur cette*

fonction. Vous arriverez directement sur une page détaillant tous les arguments nécessaires à son calcul et donnant même quelques exemples d'application.

Préciser les arguments d'une fonction préprogrammée

Lorsqu'à partir de la boîte de dialogue *Insérer une fonction* vous avez cliqué sur *OK*, Excel affiche une nouvelle boîte à partir de laquelle il vous guide dans la saisie des arguments. Dès que vous cliquez dans la case d'un des arguments, le descriptif affiché dans le bas de la boîte s'adapte.

Si vous devez entrer des références de cellules, vous n'êtes pas obligé de les saisir : vous pouvez cliquer en arrière-plan sur les cellules concernées, même si elles sont situées dans un autre classeur.

SYNTAXE Quels éléments faut-il mettre entre guillemets ?

Si l'un des arguments est une chaîne de caractères, il doit être placé entre guillemets. En effet, si ce n'était pas le cas, Excel l'interpréterait comme une plage nommée et il rechercherait dans le classeur la plage en question pour faire le calcul demandé. Comme il y a peu de chances pour que cette plage existe, la fonction retournera la valeur d'erreur `#NOM?`.
L'avantage de passer par la boîte de dialogue *Insérer une fonction*, est qu'Excel se charge lui-même de ce genre de détail. En effet, si dans l'une des cases des arguments vous entrez un texte sans guillemets, à l'issue de la validation de la formule, vous constaterez qu'Excel les a ajoutés de lui-même.

Pourquoi imbriquer des fonctions ?

Une fonction peut être utilisée pour calculer l'argument d'une autre fonction. On parle alors de fonctions imbriquées. Le nombre d'imbrications est limité à sept.

fx =SI(ESTVIDE(D2);AUJOURDHUI()-B2;"")

Classeur1.xlsx

	A	B	C	D
1	N°Facture	Date d'émission	Nb. Jours	Date de paiement
2	00001	05/06/2010		05/07/2010
3	00002	15/06/2010	26	
4	00003	25/06/2010		06/07/2010
5	00004	03/07/2010	8	

Figure 4–5 La fonction SI utilise deux fonctions imbriquées (mais un seul niveau d'imbrication). La première sert à tester si la cellule de la colonne D est vide. La seconde sert à calculer le nombre de jours écoulés entre aujourd'hui et la date d'émission de la facture.

AVERTISSEMENT Les 460 fonctions sont traitées dans cinq chapitres

Dans cet ouvrage, les chapitres 5, 6, 12, 13 et 14 (ainsi qu'une partie du chapitre 10) sont consacrés aux fonctions d'Excel. Pour ne pas faire double emploi avec l'aide en ligne, leur présentation est plutôt conçue de manière à constituer un aide-mémoire complet et synthétique. Le rôle de chaque fonction est brièvement décrit et un exemple pratique est donné pour chacune.

Comment éviter les erreurs en recopiant une formule ?

Une formule peut être très longue et très complexe. Il est intéressant de la construire avec des références de cellules (et non avec des constantes) car, si elle doit faire le même calcul pour plusieurs jeux de données, vous gagnerez du temps en la recopiant.

Soignez sa syntaxe pour définir au mieux le caractère relatif ou absolu de chaque référence et organisez correctement le tableau en lignes et en colonnes. Privilégiez toujours le caractère universel de votre formule.

CONSEIL Étudiez de près le chapitre 1

Plusieurs formules construites pour le modèle développé au chapitre 1 sont assez complexes et illustrent bien le caractère universel que doit endosser une formule pour être conçue une fois et recopiée mille.

Pour recopier une formule, vous pouvez, bien entendu, utiliser le copier-coller standard, mais pensez également au collage spécial (*Ctrl+Alt+V*), qui vous permet de faire un collage beaucoup plus subtil en sélectionnant uniquement le format de la cellule, ou uniquement son contenu. Une autre option (*Valeurs*) sert à figer la formule, alors que d'autres encore offrent un panachage de possibilités (*Formules et formats des nombres*, par exemple).

Si vous utilisez la poignée de recopie, n'oubliez pas qu'en la manipulant à partir du bouton droit de la souris, vous avez un accès direct à une sélection d'options du *Collage spécial*.

Enfin, si la plage jouxtant la colonne où vous envisagez de recopier votre formule est remplie jusqu'à une certaine ligne, contentez-vous de double-cliquer sur la poignée de recopie. Excel collera la formule en s'interrompant automatiquement à la ligne marquant la fin de la plage voisine.

OPTIMISATION Recopie automatique des formules

Dans un tableau structuré (voir le milieu du chapitre 3), lorsque vous saisissez une nouvelle ligne (juste sous la dernière ligne remplie), Excel récupère automatiquement toutes les formules à partir de la ligne précédente. Commencez votre saisie normalement et, dès la validation de la première cellule, les formules sont automatiquement dupliquées.

Vous réglez cette option en cochant ou décochant la case *Étendre les formules et formats de plage de données*, dans la section *Options d'édition*, après avoir choisi *Fichier>Options>Options avancées*.

Traquer les erreurs dans les formules

Lorsque, pour une raison ou pour une autre, Excel ne parvient pas à calculer une formule, il renvoie une valeur d'erreur. En fonction du type d'erreur rencontré, le résultat renvoyé par la formule varie.

Distinguer les sept valeurs d'erreur

Excel utilise sept valeurs d'erreur différentes.

Tableau 4–5 Valeurs d'erreurs

Valeur d'erreur	Origine de l'erreur
`#NOM?`	La formule utilise un nom qui n'est pas défini dans le classeur.
`#DIV/0!`	La formule tente de diviser par 0.
`#N/A`	La formule recherche une donnée indisponible. Cette valeur d'erreur apparaît essentiellement avec les fonctions de recherche.
`#NOMBRE!`	Les arguments fournis imposent à la formule un calcul impossible (`=RACINE(-1)` par exemple).
`#REF!`	La formule fait référence à une cellule ou une feuille qui a disparu (cette valeur d'erreur apparaît lorsqu'on supprime des lignes, des colonnes ou des feuilles).
`#NUL!`	La formule fait référence à une plage inexistante (cette valeur d'erreur apparaît lorsqu'on utilise l'opérateur de référence *Intersection* avec deux plages dépourvues de cellules communes, `=SOMME(I2:I8 K2:K8)` par exemple).
`#VALEUR!`	La nature d'une des références utilisées dans la formule est incorrecte (valeur de texte alors qu'on attend une valeur numérique). Par exemple : `=SOMME("choux";"Pommes";"Poires")`.

Éviter les erreurs de syntaxe

Dès que vous pressez la touche *Entrée* pour valider une formule, Excel fait un rapide contrôle pour s'assurer de sa conformité. S'il détecte une erreur de syntaxe, il affiche un message d'alerte qui varie en fonction de l'erreur détectée. Excel peut, par exemple, dénoncer un nombre insuffisant d'arguments pour une fonction. Dans ce cas, il propose d'accéder à nouveau à la boîte de dialogue *Insérer une fonction* pour vous guider.

Si vous oubliez des guillemets ou entrez un nombre de parenthèses incohérent, Excel, s'il

y parvient, affiche une boîte d'alerte dans laquelle il propose une correction. Libre à vous de la rejeter ou de l'accepter. S'il manque juste la parenthèse de fin, Excel parvient généralement à la rétablir de lui-même, sans afficher le moindre message d'alerte.

S'il détecte une erreur de syntaxe, Excel propose une correction. Encore faut-il qu'il ne s'agisse pas d'un mauvais usage de fonction ou d'une formule trop lourde.

Activer le suivi des erreurs

Pendant que vous travaillez… Excel vous surveille ! L'option de vérification d'erreurs en arrière-plan est activée par défaut. Elle passe systématiquement en revue neuf types de situations susceptibles d'induire une erreur et, dès qu'elle rencontre une cellule répondant à l'une d'elles, elle affiche un indicateur vert dans son coin supérieur gauche.

Déconnecter la surveillance globale

Si vous ne souhaitez pas qu'Excel assure cette surveillance, déconnectez-la en décochant la case *Activer la vérification des erreurs en arrière-plan*, que vous trouverez dans la section *Vérification des erreurs* après avoir choisi *Fichier>Options>Formules*.

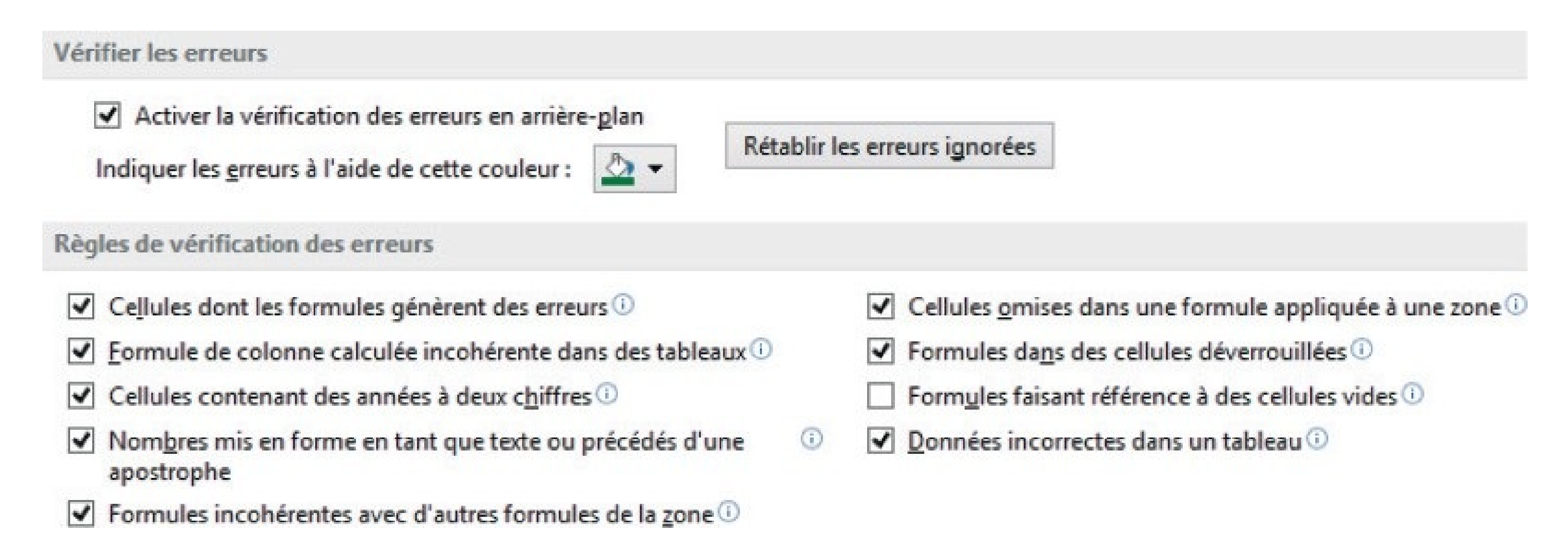


Figure 4–6 La moitié des options relatives aux formules concerne la gestion d'erreurs. Vous pouvez même choisir la couleur de marquage des cellules suspectées.

Choisir les erreurs à traquer

Vous pouvez affiner vos réglages en resserrant ou en écartant les dents du râteau chargé de filtrer les cellules suspectes. Plus vous cochez de cases dans la section *Règles de vérification des erreurs*, plus les dents du râteau sont nombreuses.

La lecture des intitulés des neuf options vous éclairera sur leur caractère fondamental ou sur leur rôle plus anecdotique.

COMPRENDRE Comment utiliser les règles de vérification

Autant il paraît important de laisser cochée la case *Cellules dont les formules génèrent des erreurs*, autant l'option *Nombres mis en forme en tant que texte ou précédés d'une apostrophe* paraît plus discutable. Souvent, les nombres ainsi formatés le sont volontairement pour respecter une saisie ou être utilisés comme codes alphanumériques. À la limite, cette option peut être intéressante à l'occasion d'une récupération de données importées d'un autre support, pour repérer instantanément les cellules qu'il va falloir transformer pour que les valeurs ainsi identifiées puissent pleinement jouer leur rôle numérique.

Corriger les erreurs de formules

Si vous cliquez sur la balise qui apparaît lorsque vous sélectionnez la cellule marquée de vert, un menu déroulant vous propose plusieurs attitudes à adopter face à l'erreur supposée.

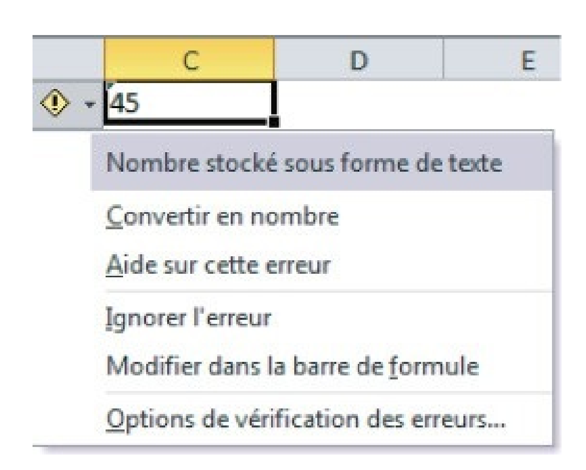


Figure 4–7 Toutes les règles génèrent à peu près le même type de balise. Vous disposez à chaque fois de la possibilité d'ignorer l'erreur, d'entrer dans la barre de formule pour entreprendre une modification ou d'accéder à la fenêtre d'option pour désactiver la règle.

Si vous ne savez pas quoi faire, vous pouvez toujours choisir *Aide sur cette erreur*.

Enfin, en fonction de l'erreur, vous trouverez une commande spécifique pour revenir à la normale. S'il s'agit d'un nombre en format texte, vous pouvez directement le reconvertir en nombre. S'il s'agit d'une formule dans une cellule déverrouillée, vous pouvez instantanément la verrouiller. Si c'est une formule retournant une valeur d'erreur, choisissez *Afficher les étapes du calcul*. Si la formule est longue et complexe, Excel déroulera le calcul pas à pas dans une fenêtre spécifique et signalera l'étape responsable de l'erreur.

OPTIMISATION Corriger les erreurs en série

Vous pouvez faire la correction d'erreurs non plus cellule à cellule, mais en lançant un balayage systématique de toute la feuille. Pour cela, déroulez *Formules>Vérification des formules>Vérification des erreurs* et choisissez *Vérification des erreurs*. Vous vous retrouvez

devant une boîte de dialogue qui offre exactement les mêmes solutions que la balise, mais à travers des boutons. Utilisez les boutons *Précédent* et *Suivant* pour sélectionner la cellule suspecte suivante ou précédente.

ASTUCE Corriger une erreur sur une plage de cellules

Si vous venez de récupérer dans Excel un grand tableau avec une colonne entière à traduire d'un format texte vers un format numérique, appliquez la transformation pour toutes les cellules d'un seul coup : sélectionnez la plage à transformer, puis déroulez la balise de la cellule active (généralement, la première de la liste) et choisissez *Convertir en nombre*.

COMPRENDRE Qu'est-ce qu'une référence circulaire ?

Mal construits, certains modèles contiennent des références circulaires. Ces dernières surviennent lorsqu'une formule pointe sur une cellule qui fait elle-même référence à la formule. Cette construction est une erreur, sauf si elle est voulue, mais il faut alors que le calcul itératif soit activé (voir plus bas, la section « Calcul itératif »).

ASTUCE Traquer le responsable de l'erreur

Si votre formule renvoie une valeur d'erreur, déroulez *Formules>Vérification des formules>Vérification des erreurs* et choisissez *Repérer une erreur*. Excel affiche immédiatement une flèche qui pointe sur la cellule à l'origine de cette erreur.

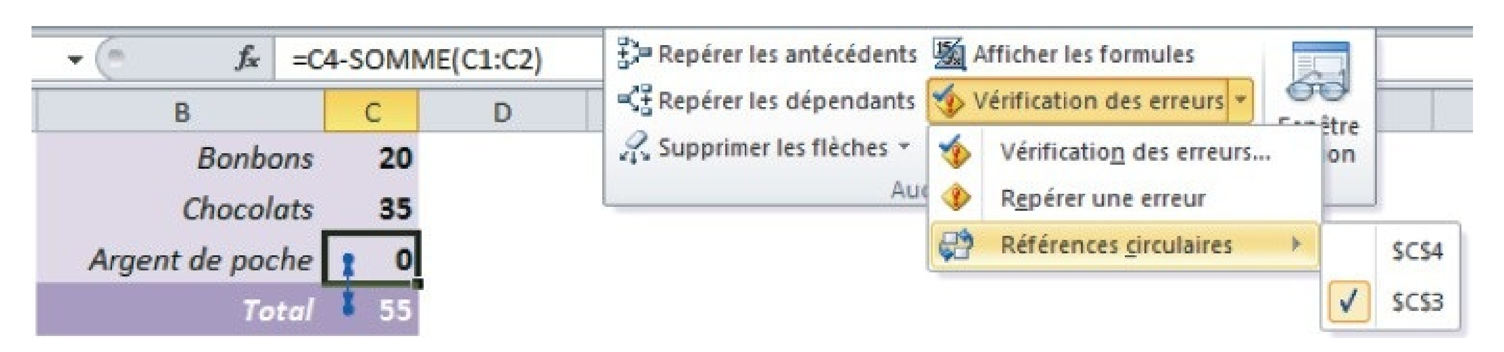


Figure 4–8 Déroulez Formules>Vérification des formules>Vérification des erreurs et choisissez Références circulaires. Excel indique les cellules mises en cause.

Dans quel cas utiliser une formule matricielle ?

Les formules présentées précédemment renvoyaient toutes un résultat unique. Or, il est parfois nécessaire de mener plusieurs calculs de front, donnant simultanément plusieurs résultats, chacun apparaissant dans sa propre cellule. Il faut donc que l'on puisse entrer une formule dans plusieurs cellules à la fois pour avoir la place d'afficher tous les résultats du calcul. Ces cellules constituent une sorte de groupe car elles sont toutes reliées par la même formule. On parle alors de formule matricielle.

Au lieu de manipuler des valeurs uniques, une formule matricielle est capable de faire des calculs sur des ensembles de cellules (tout en renvoyant un résultat unique). Nous en verrons un exemple un peu plus loin.

Créer une formule matricielle

On peut créer une formule matricielle avec des opérateurs et des fonctions quelconques (addition, produit, etc.). Cependant, certaines fonctions sont purement matricielles et ne pourraient pas être utilisées dans un autre contexte (la fonction *FREQUENCE*, par exemple).

> **B.A.-BA Les deux règles d'or des formules matricielles**
>
> Lorsqu'on saisit une formule matricielle, il y a deux procédures à respecter absolument :
> • sélectionner une plage suffisante pour que la formule puisse renvoyer tous ses résultats ;
> • valider la formule en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

Créer une formule matricielle avec des opérateurs standards

Dans la figure 4-9, on souhaite obtenir en colonne *E* le produit des colonnes *A* et *C*. On pourrait tout à fait entrer la formule `=A1*C1` en *E1* puis recopier cette formule dans les cellules *E2* et *E3*, mais on peut également utiliser une formule matricielle. L'avantage d'une formule matricielle est qu'elle occupe moins de place en mémoire (une seule formule pour plusieurs cellules). Néanmoins, il est bien évident qu'avec trois cellules, la différence n'est pas significative.

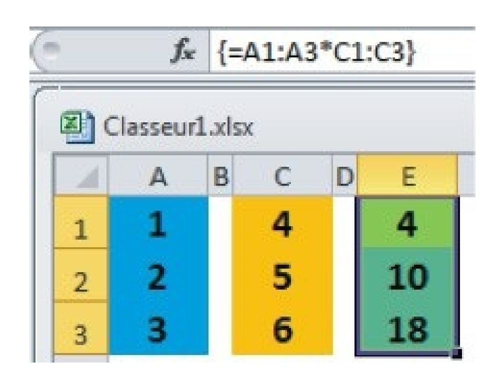


Figure 4–9 Pour obtenir en colonne E le produit des colonnes A et C, on a entré dans la plage E1:E3 une formule matricielle. Vous le vérifiez par la présence des accolades qui encadrent la formule.

Procédure :

1 Sélectionnez la plage *E1:E3*.

2 Saisissez `=`.

3 Cliquez-glissez sur la plage de cellules *A1:A3*.

4 Saisissez `*`.

5 Cliquez-glissez sur la plage de cellules *C1:C3*.

6 Pressez les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

Excel entre la formule dans les trois cellules et ajoute, de lui-même, des accolades autour de la formule pour montrer que ces trois cellules fonctionnent ensemble.

CONSEIL Respecter le caractère compact d'une matrice

Une fois qu'une formule matricielle est entrée dans une plage, ne tentez pas d'effacer ou de modifier une cellule isolée, vous vous heurteriez à un message d'alerte têtu qui ne condescendrait à vous redonner la main qu'après un clic sur la croix d'annulation (à gauche de la barre de formule). Pour modifier une formule matricielle, sélectionnez tout le bloc. À partir de là, vous pouvez effacer la matrice, la figer (avec un *Copier-Collage spécial-valeurs*) ou encore modifier la formule à condition de la valider à nouveau avec les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

ASTUCE Sélectionner rapidement une matrice

Pour sélectionner rapidement l'intégralité d'une matrice, double-cliquez dans la cellule qui constitue son coin inférieur droit tout en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj*.

Utiliser une fonction matricielle « pure »

Parmi les fonctions matricielles pures (qui ne peuvent être utilisées que dans un contexte matriciel), on trouve la fonction *FREQUENCE*. Dans l'exemple présenté figure 4-10, elle permet de dénombrer des élèves en fonction de la position de leur moyenne relativement à deux seuils.

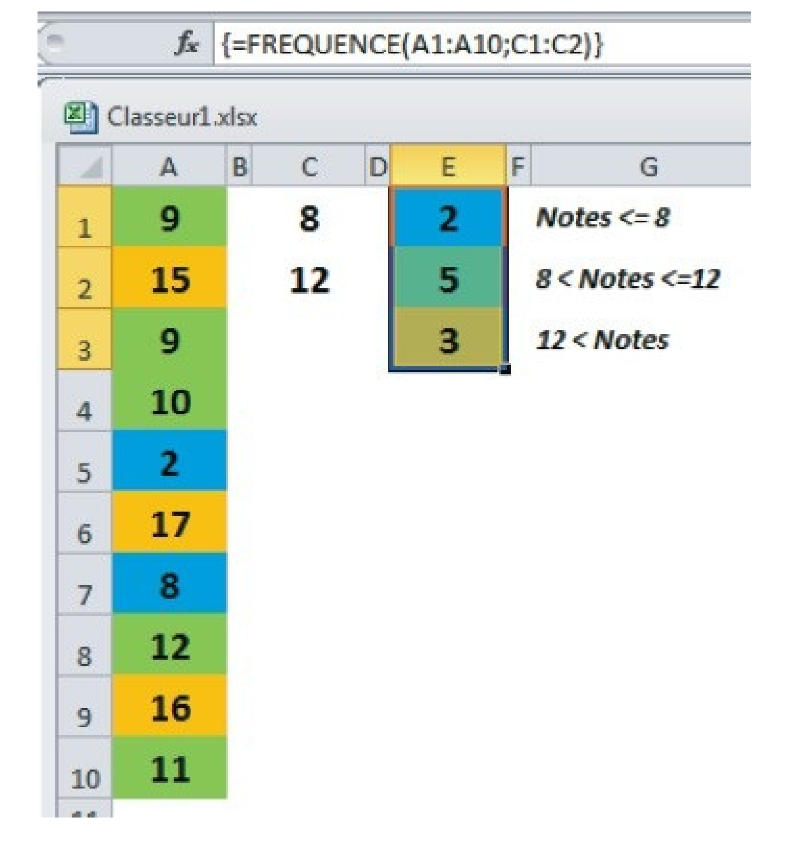


Figure 4–10 La fonction matricielle FREQUENCE entrée dans la plage E1:E3 indique que deux élèves ont une moyenne inférieure ou égale à 8, cinq ont une moyenne comprise entre 8 et 12, trois ont une moyenne supérieure à 12.

Procédure :

1. Sélectionnez la plage *E1:E3*.
2. Saisissez `=FREQUENCE(`.
3. Cliquez-glissez sur la plage de cellules *A1:A10*.
4. Saisissez `;`.
5. Cliquez-glissez sur la plage de cellules *C1:C2*.
6. Saisissez `)`.
7. Pressez les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

Créer une formule matricielle « mixte »

Les opérateurs mis en œuvre dans l'exemple suivant (`*` et fonction *SOMME*) sont utilisables dans un contexte non matriciel. Ici, ils participent au calcul d'une formule matricielle.

Vous pouvez placer un opérateur destiné à combiner deux valeurs (`+`, `-`, `*`, etc.) entre deux plages de valeurs, mais pour qu'Excel sache comment le gérer, vous devez valider la formule en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*. Dès lors, Excel comprend qu'il s'agit d'un calcul matriciel. Dans notre exemple, ce dernier calcule

effectivement de multiples valeurs (les produits deux à deux), mais pourtant renvoie un résultat unique. En effet, les résultats des produits deux à deux sont ensuite additionnés au sein de la fonction *SOMME*. Bien que cette formule renvoie un résultat unique, elle doit être validée comme une formule matricielle car, en son sein, c'est bien un calcul matriciel qui est effectué.

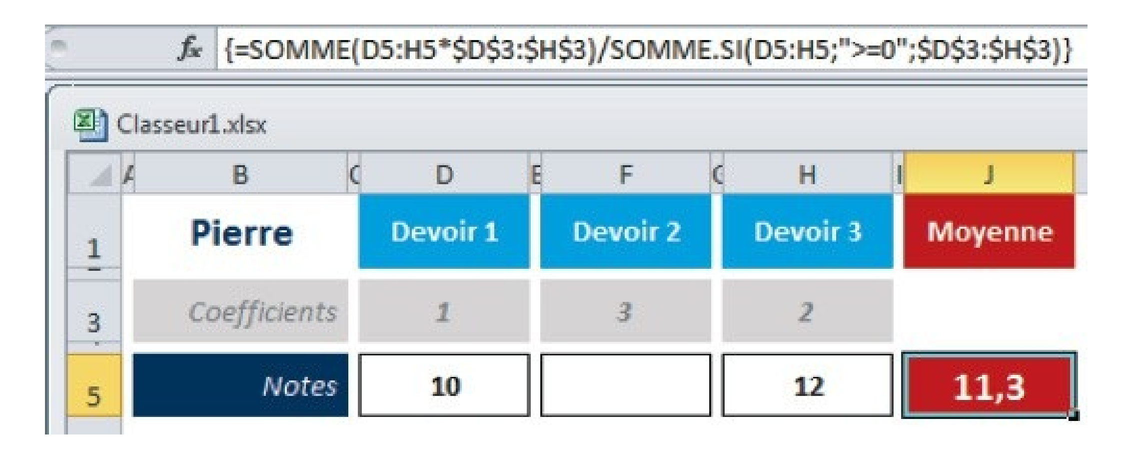


Figure 4–11 La première partie de cette formule utilise un calcul matriciel. Chaque cellule de la plage D5:H5 est multipliée à la cellule correspondante de la plage D3:H3. En ne validant la formule qu'avec la touche Entrée, elle renverrait la valeur d'erreur #VALEUR!

Manipuler les constantes matricielles

Dans les exemples présentés précédemment, nous avons systématiquement manipulé des références, mais on peut également utiliser des constantes matricielles.

Syntaxe d'une matrice horizontale

1 Dans l'exemple présenté à la figure 4-11, cliquez sur la cellule *J5*.

2 Dans la barre de formule, sélectionnez la chaîne de caractères `D5:H5`.

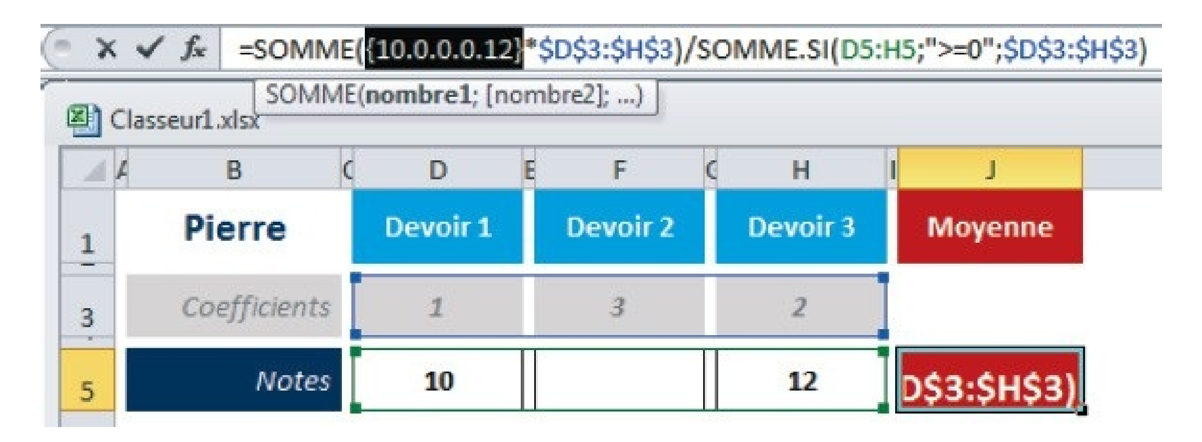


Figure 4–12 Comme pour n'importe quelle partie d'une formule, la touche F9 (ou FN+F9) remplace une variable par sa valeur du moment. Ici, c'est la référence à la plage D5:F5 qui vient d'être transformée en constante matricielle.

3 Pressez la touche *F9* (ou *FN+F9*).

4 Validez en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

En suivant cette procédure, vous venez de transformer une référence `D5:H5` en constante matricielle `{10.0.0.0.12}`. Vous constatez d'ailleurs que le séparateur utilisé pour les matrices horizontales est le point (.).

Syntaxe d'une matrice verticale

Si vous procédez de la même manière à partir de la plage `A1:A10` dans l'exemple présenté à la figure 4-10, vous obtenez une constante matricielle correspondant à une matrice verticale `{9;15;9;10;2;17;8;12;16;11}`. Dans ce cas, le séparateur est le point-virgule (`;`).

Pourquoi Excel propose-t-il plusieurs modes de calcul ?

Par défaut, Excel est paramétré pour réaliser tous les calculs automatiquement. De fait, vous avez dû remarquer que dès que vous entriez une nouvelle valeur, toutes les formules étaient instantanément remises à jour.

Quand les modèles sur lesquels vous travaillez contiennent de très nombreuses formules chaque remise à jour peut nécessiter un temps non négligeable. Dans ce cas, il est intéressant de déconnecter, momentanément, le calcul automatique.

Quand passer en calcul manuel ?

Si vous devez faire une longue saisie dans un modèle lourd, passez en calcul manuel.

1 Déroulez le bouton *Formules>Calcul>Options de calcul*.

2 Choisissez *Manuel*. Dès lors, plus aucune formule n'est remise à jour automatiquement.

Pour lancer la mise à jour, pressez la touche *F9* (ou *FN+F9*) ou cliquez sur le bouton *Calculer maintenant* qui se trouve dans le groupe *Formules>Calcul*.

ASTUCE Précision des calculs calée sur les formats

Lorsque vous appliquez un format de nombre qui fournit un arrondi, vous n'agissez pas sur la valeur réellement stockée dans la cellule, mais uniquement sur son apparence. Si plusieurs cellules ainsi mises en forme sont utilisées pour faire une somme, vous risquez de vous retrouver avec des calculs apparemment faux ! Si cette situation ne vous convient pas, demandez que les calculs soient réalisés en tenant compte de la mise en forme des valeurs. Pour cela, choisissez *Fichier>Options>Options avancées*, puis cochez la case *Définir le calcul avec la précision au format affiché* qui se trouve dans la section *Lors du calcul de ce classeur*.

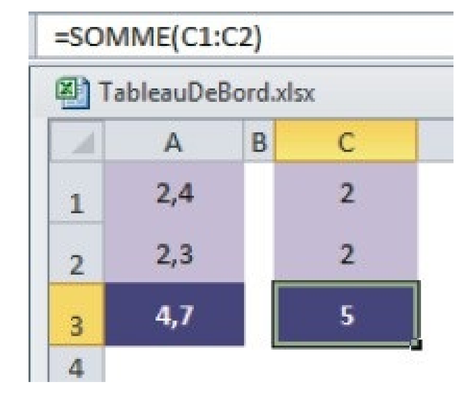


Figure 4–13 Les colonnes A et C contiennent les mêmes valeurs, mais, avec le format de nombre appliqué à la colonne C, on a l'impression que la cellule C3 renvoie un résultat faux.

CAS PARTICULIER Option Calcul automatique sauf dans les tables de données

Dans le bouton déroulant *Options de calcul*, vous trouvez une option hybride *Automatique sauf dans les tables de données*. Elle est intéressante lorsque votre classeur est rempli de tables de simulation (voir le chapitre 5). Si vous la choisissez, toutes vos formules sont remises à jour normalement, exception faite des tables de simulation.

Quand passer en calcul itératif ?

Dans un tableau de bord mensuel, on gère les revenus et les dépenses afin de connaître l'état de la trésorerie. Chaque mois, on place tout ce qui est disponible audessus de 500 €. Le bénéfice de ce placement est réintégré au produit et a donc une incidence sur la trésorerie.

MISE EN GARDE Exemple théorique

Cet exemple n'est pas tout à fait réaliste car, dans les faits, il devrait y avoir un décalage d'un mois entre le placement et le bénéfice de ce placement, mais ainsi conçu, il sert parfaitement la problématique du calcul itératif.

D5 =SI(D17>500;(D17-500)*0,5%;0)

	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Q
2	2009	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
4	Revenus nets	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	28 800
5	Intérêts placements	3	9	13	19	24	30	34	40	44	50	55	61	381
7	Total	2 403	2 409	2 413	2 419	2 424	2 430	2 434	2 440	2 444	2 450	2 455	2 461	29 181
9	Logement	600	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	9 400
10	Alimentation	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4 800
11	Santé	0	0	90	0	0	0	50	0	0	0	80	0	220
12	Habillement	250	0	0	0	0	0	350	0	200	0	0	0	800
13	Loisirs	150	0	150	150	150	150	0	0	150	150	150	0	1 200
15	Total	1 400	1 200	1 440	1 350	1 350	1 350	1 600	1 200	1 550	1 350	1 430	1 200	16 420
17	Trésorerie	1 003	2 211	3 184	4 253	5 327	6 407	7 241	8 481	9 375	10 475	11 500	12 761	12 761

Figure 4–14 La cellule D5 entre dans le calcul du total D7 et, par ricochet, dans celui de la trésorerie (D17). Or, la formule de la cellule D5 fait justement référence à la cellule D17, générant une référence circulaire.

En restant dans un mode de calcul normal, Excel affiche un message d'alerte signalant une référence circulaire, mais dans notre cas, la structure mise en place étant voulue, il faut passer en mode de calcul itératif. Pour cela, choisissez *Fichier>Options>Formules*, puis, dans la section *Mode de calcul*, cochez la case *Activer le calcul itératif*. Dès lors, Excel n'affiche plus de message d'alerte et le calcul se déroule sans embûche.

Établir des liaisons entre les classeurs

Dès que, dans un classeur B, vous récupérez une valeur stockée dans un classeur A, vous établissez une liaison entre les deux classeurs. A (classeur amont ou source) se déverse dans B (classeur aval ou cible) (voir le chapitre 1, figure 1-4).

RAPPEL Décocher l'option Modification directe

N'oubliez pas que si la case *Modification directe* est décochée (*Fichier>Options>Options avancées>Options d'édition*), double-cliquer sur une cellule cible active automatiquement le classeur source et la cellule source est sélectionnée. Si, au départ, le classeur source est fermé, le double-clic l'ouvre automatiquement.

Ouvrir un classeur cible

Avec les options standards actives, lorsque vous ouvrez un classeur contenant des liaisons externes, Excel affiche par défaut un message d'alerte indiquant que la mise à jour automatique des liens a été désactivée.

Si, dans l'intervalle, le fichier source a été modifié, Excel réagit différemment. Il affiche un message d'alerte dans lequel il demande si l'utilisateur souhaite mettre à jour ou non le

fichier cible en utilisant la dernière version du fichier source. Si vous demandez la mise à jour, Excel récupère les dernières données ; sinon, il s'ouvre avec les anciennes.

COMPRENDRE Comment Excel fait-il pour se souvenir des anciennes valeurs ?

Vous avez sans doute remarqué qu'Excel arrivait à afficher des valeurs, même lorsque vous ne lui demandiez pas de mise à jour. En fait, à chaque enregistrement, le classeur stocke une table composée des valeurs affichées dans les cellules liées. Ainsi, lorsqu'un classeur cible est ouvert, Excel parvient toujours à afficher quelque chose dans les cellules liées en allant piocher dans cette table de valeurs. Sachez que la case *Enregistrer les valeurs des liaisons externes* peut être décochée (elle se trouve dans la section *Lors du calcul de ce classeur*, dans la catégorie *Fichier>Options>Options avancées*).

Modifier le chemin d'accès du classeur source

Si le fichier source a été renommé ou déplacé, Excel ne parvient plus à proposer une mise à jour. À l'ouverture du fichier cible, c'est un autre message qui apparaît. Ce dernier vous offre deux possibilités : rester avec les valeurs stockées dans le classeur et laisser les liaisons en l'état, ou afficher une boîte de dialogue à partir de laquelle vous pouvez modifier les liaisons.

Si vous affichez la boîte de dialogue *Modifier les liaisons*, vous pouvez cliquer sur le bouton *Modifier la source*. Excel vous permet alors de naviguer pour accéder à tous les supports, tous les répertoires et retrouver le fichier sous son nouveau nom ou dans son nouvel emplacement. Sélectionnez-le et cliquez sur *Ouvrir*, puis sur *Fermer*. Dès lors, la liaison est à nouveau établie correctement.

PARAMÈTRES Piloter la liaison depuis la boîte de dialogue Modifier la source

Vous pouvez aussi accéder à la boîte de dialogue *Modifier la source* en cliquant sur *Données>Connexions>Modifier les liens*. Elle vous permet de régler tous les paramètres d'une liaison.

Dans le coin inférieur gauche de la boîte de dialogue, vous trouvez le bouton *Invite de démarrage*. Ce dernier propose trois options pour automatiser la mise à jour des liens ou laisser à l'utilisateur le libre arbitre.

Si vous devez envoyer votre cible à un collaborateur dépourvu des fichiers sources, rompez les liaisons.

1. Cliquez sur *Données>Connexions>Modifier les liens*.
2. Dans la fenêtre *Source*, sélectionnez chacune des liaisons et, à chaque fois, cliquez sur *Rompre la liaison*.

Du côté des gestionnaires

5

Les gestionnaires ont besoin d'organiser, de suivre des tableaux de bord, de disposer d'alertes et de faire de nombreux calculs répétitifs avec des données tous les jours différentes. Paré d'outils de simulation ultra-performants et de modèles de calcul élaborés, Excel constitue l'associé idéal.



SOMMAIRE

- Fonctions logiques
- Fonctions d'information
- Fonctions de date
- Fonctions de recherche
- Tables de simulation
- Valeur cible et solveur
- Gestionnaire de scénarios
- Listes

MOTS-CLÉS

- Contrôle
- Date

- Échéancier
- Fourchette
- Information
- Liste
- Logique
- Prorata temporis
- Recherche
- Scénario
- Simulation
- Solveur
- Temps
- Valeur cible

Réserver certaines cellules aux données quand d'autres sont consacrées aux formules fait qu'un tableur est, par définition, un outil de simulation. En effet, il suffit de modifier les premières pour que toutes les formules liées renvoient instantanément un résultat différent.

Avec des outils comme les tables de simulation ou le gestionnaire de scénarios, les qualités « naturelles » d'Excel sont structurées et décuplées. Parallèlement à cela, une soixantaine de fonctions préprogrammées viennent à la rescousse pour enrichir et renforcer vos modèles de suivi et vos outils de gestion.

Soixante-douze fonctions pour mettre en place vos simulations

Les fonctions présentées dans ce chapitre appartiennent à quatre familles : les fonctions logiques, d'information, de date ou de recherche. Pour chacune, nous donnons un bref descriptif ainsi qu'un petit exemple d'utilisation. À la fin de la présentation de chaque famille, vous trouverez un exemple d'application plus complet (calculer la prime d'intéressement de commerciaux, contrôler le paiement des factures, suivre la rémunération d'obligations, calculer le montant de l'impôt sur le revenu).

Neuf fonctions logiques

Les fonctions logiques définissent des tests chargés d'évaluer le contenu d'une variable. En fonction du résultat, elles renvoient des valeurs appropriées. Les tests logiques utilisent des opérateurs de comparaison (voir le chapitre 4).

Descriptif des neuf fonctions logiques

Tableau 5–1 Fonctions logiques

Fonction	Description
SI	Cette fonction utilise trois arguments. Le premier correspond à la condition à tester. Le résultat de cette dernière est soit `VRAI`, soit `FAUX`. Si c'est `VRAI`, la fonction renvoie la valeur indiquée dans le deuxième argument ; sinon, elle renvoie celle qui est indiquée dans le troisième.
OU	Le nombre d'arguments de cette fonction n'est pas fixe. Il peut aller de 1 à 255. Chacun représente une condition dont le résultat est soit `VRAI`, soit `FAUX`. La fonction renvoie la valeur logique `VRAI` dès qu'une des conditions exprimées dans les arguments est remplie. Elle renvoie la valeur logique `FAUX` si aucune des conditions exprimées dans les arguments n'est remplie.
	Le nombre d'arguments de cette fonction n'est pas fixe. Il peut aller de 1

OUX	à 254. Chacun représente une condition dont le résultat est soit `VRAI`, soit `FAUX`. La fonction renvoie la valeur logique `VRAI` si une seule des conditions exprimées dans les arguments est remplie. Elle renvoie la valeur logique `FAUX` dans tous les autres cas (**nouveauté Excel 2013**).
ET	Le nombre d'arguments de cette fonction n'est pas fixe. Il peut aller de 1 à 255. Chacun représente une condition dont le résultat est soit `VRAI`, soit `FAUX`. La fonction renvoie la valeur logique `FAUX` dès qu'une des conditions exprimées dans les arguments n'est pas remplie. Elle renvoie la valeur logique `VRAI` si toutes les conditions exprimées dans les arguments sont remplies.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2				OU	OUX	ET			SI	
4		Syntaxe		=OU(D7>10; D8>10;D9>10)	=OUX(E7>10; E8>10;E9>10)	=ET(F7>10; F8>10;F9>10)			=SI(I7>0;I12;I13)	
6		Valeurs								
7		Valeur 1		4	4	4		Valeur 1	4	
8		Valeur 2		9	11	9				
9		Valeur 3		13	13	13				
10		Arguments								
11		Condition 1		D7>10 (FAUX)	E7>10 (FAUX)	F7>10 (FAUX)		Condition	I7>0 (VRAI)	
12		Condition 2		D8>10 (FAUX)	E8>10 (VRAI)	F8>10 (FAUX)		Valeur si VRAI	Admis	
13		Condition 3		D9>10 (VRAI)	E9>10 (VRAI)	F9>10 (VRAI)		Valeur si FAUX	Refusé	
15		Résultat		VRAI	FAUX	FAUX			Admis	

Figure 5–1 Mise en œuvre des fonctions ET, OU, OUX et SI.

Tableau 5–2 Fonctions logiques

Fonction	Description
NON	Cette fonction utilise un seul argument. Il s'agit d'une condition dont le résultat est soit `VRAI`, soit `FAUX`. Le rôle de la fonction *NON* est d'inverser le résultat de la condition. Si la condition est remplie (est égale à la valeur logique `VRAI`), la fonction renvoie la valeur logique `FAUX` et inversement.
VRAI	Cette fonction n'utilise aucun argument et renvoie `VRAI`. On peut également utiliser directement la valeur logique `VRAI`.
FAUX	Cette fonction n'utilise aucun argument et renvoie `FAUX`. On peut également utiliser directement la valeur logique `FAUX`.
SIERREUR	Cette fonction utilise deux arguments. Le premier indique ce que la fonction doit tester (référence de cellule, expression, etc.). Si ce test conclut qu'il s'agit d'une des sept valeurs d'erreur, la fonction renvoie ce que vous avez précisé dans le deuxième argument ; sinon, elle renvoie la valeur du premier argument.

SI.NON.DISP	Cette fonction utilise deux arguments. Le premier indique ce que la fonction doit tester (référence de cellule, expression, etc.). Si ce test donne la valeur d'erreur `#N/A`, la fonction renvoie ce que vous avez précisé dans le deuxième argument ; sinon, elle renvoie la valeur du premier argument (**nouveauté Excel 2013**).

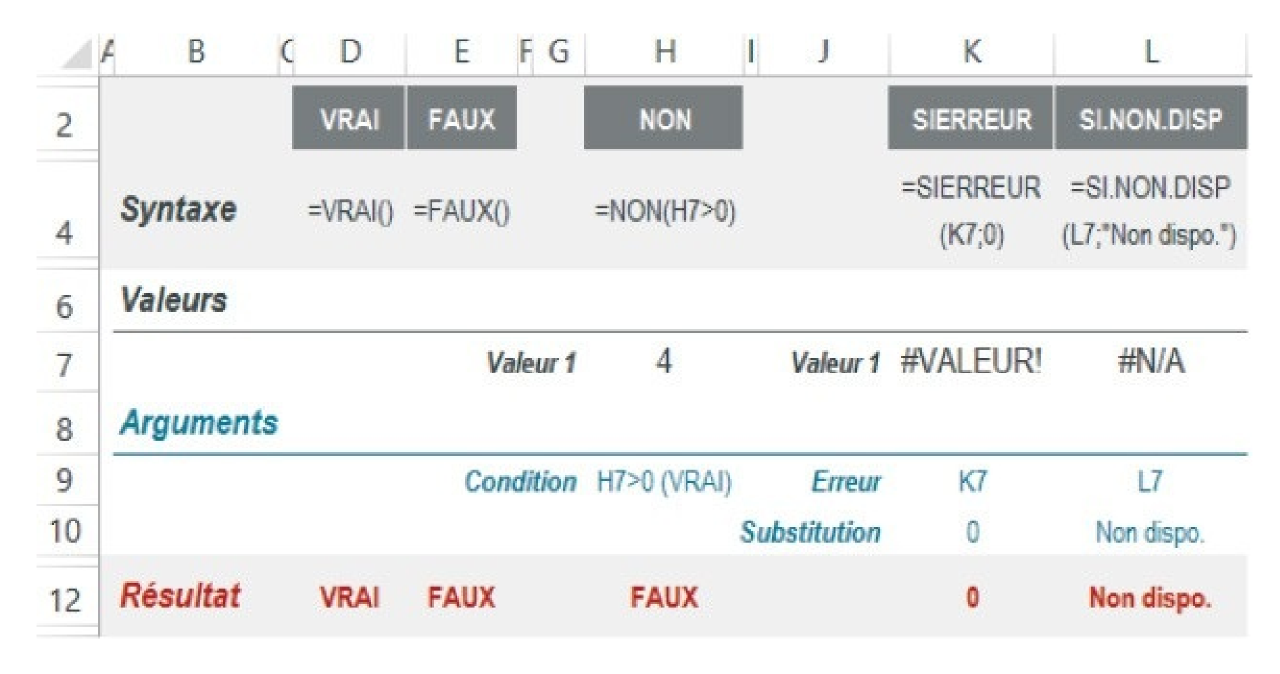


Figure 5–2 Mise en œuvre des fonctions VRAI, FAUX, NON, SIERREUR et SI.NON.DISP.

Calculer une prime d'intéressement à l'aide des fonctions logiques

Dans un tableau sont consignés les objectifs et le chiffre d'affaires (CA) mensuel de dix commerciaux. Tous les mois, en fonction de la différence entre les deux, un modèle calcule la prime à verser à chacun. Il identifie trois paliers : `-1 500`, `0` et `800`. En fonction de la position du résultat dans cette échelle de valeurs, le modèle renvoie le texte `!!!`, la valeur `0` ou un calcul de pourcentage réalisé sur la différence entre l'objectif et le CA réel.

Pour automatiser le calcul de la prime, il faut imbriquer trois fonctions `SI`.

COMPRENDRE Enchaîner les conditions dans l'ordre

La première condition teste la différence entre le réel et l'objectif par rapport à `-1 500`. Si le résultat est inférieur à ce premier palier, la fonction renvoie une alerte matérialisée par trois points d'exclamation. Il faut ensuite traiter les valeurs comprises entre `-1 500` et `0`. Comme on se trouve dans le troisième argument de la fonction `SI`, on est forcément dans le cas où la valeur est supérieure à `-1 500` (sinon, on serait dans le deuxième argument). Donc, pour la deuxième fonction `SI` imbriquée, il suffit juste de comparer la différence à `0` (il n'est pas nécessaire de mettre en place une fourchette). Le traitement de la troisième condition est exactement le même, mais par rapport à `800`.

F2 =SI(D2<-1500;"!!!";SI(D2<0;0;SI(D2<800;ARRONDI.SUP(5%*D2;0);ARRONDI.SUP(5%*800+10%*(D2-800);0))))

	A	B	C	D	E	F
1		Réel	Objectif	Delta		Prime
2	Pierre	18 542	18 000	542		28
3	Paul	17 564	20 000	-2 436		!!!
4	Jacques	21 587	25 000	-3 413		!!!
5	Vincent	17 890	16 000	1 890		149
6	Aimé	14 236	14 000	236		12
7	Thierry	15 321	17 000	-1 679		!!!
8	Armand	18 754	19 000	-246		0
9	Corentin	19 874	21 000	-1 126		0
10	Maurice	17 587	18 000	-413		0
11	Laurent	21 547	16 000	5 547		515

Figure 5–3 La formule entrée en colonne F teste la colonne D afin de renvoyer le montant de la prime ou un message d'alerte.

La formule est un peu longue et utilise trois fonctions *SI* imbriquées. Si vous ne maîtrisez pas parfaitement les enchaînements logiques, n'hésitez pas à passer par un arbre de choix avant d'écrire la formule.

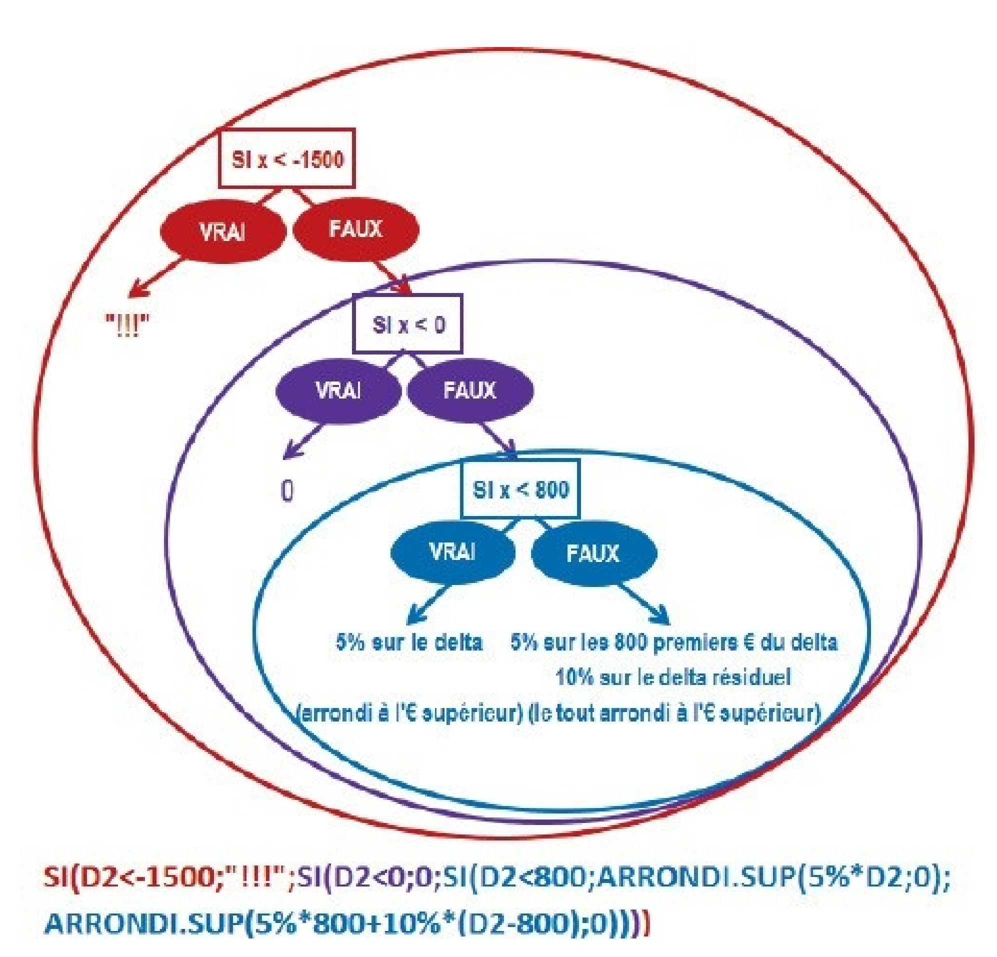


Figure 5–4 L'imbrication des fonctions SI peut paraître complexe au néophyte. N'hésitez pas à établir ce genre de schéma avant de créer votre formule.

Cette formule gère un ultime niveau d'imbrication en utilisant la fonction *ARRONDI.SUP* pour arrondir le calcul de la prime à l'euro supérieur. Consultez le chapitre 12 pour en savoir plus sur cette fonction.

Vingt fonctions d'information

Ces fonctions sont, comme leur nom l'indique, chargées de renvoyer des informations sur le contenu d'une cellule. Deux d'entre elles sont un peu plus complexes. La fonction *CELLULE* ne se contente pas de tester le contenu, mais renseigne également sur le format, la position, la largeur, etc. La fonction *INFORMATION* renvoie une série d'informations sur Excel en général.

Descriptif des vingt fonctions d'information

Tableau 5–3 Fonctions d'information

Fonction	Description
EST.IMPAIR	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier correspond à une valeur numérique ou une date (numéro de série) impaire, elle renvoie `VRAI` ; sinon, elle renvoie `FAUX`. Pour tout autre type de contenu (texte, valeur logique, etc.), elle renvoie une valeur d'erreur.
EST. PAIR	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier correspond à une valeur numérique ou une date (numéro de série) paire, elle renvoie `VRAI` ; sinon, elle renvoie `FAUX`. Pour tout autre type de contenu (texte, valeur logique, etc.), elle renvoie une valeur d'erreur.
ESTREF	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier est une référence (cellule ou plage de cellules), elle renvoie `VRAI`, quel que soit le contenu de la cellule référencée. Dans tout autre cas, elle renvoie `FAUX` (valeur numérique, chaîne de caractères entrés directement entre les parenthèses).
ESTVIDE	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule vide, elle renvoie `VRAI` ; dans tout autre cas, elle renvoie `FAUX`.

	B	D	E	F	G
2		EST.IMPAIR	EST.PAIR	ESTREF	ESTVIDE
4	*Syntaxe*				
5	*Valeur 1*	=EST.IMPAIR(D10)	=EST.PAIR(E10)	=ESTREF(F10)	=ESTVIDE(G10)
6	*Valeur 2*	=EST.IMPAIR(D11)	=EST.PAIR(E11)	=ESTREF(F11)	=ESTVIDE(G11)
7	*Valeur 3*	=EST.IMPAIR(D12)	=EST.PAIR(E12)	=ESTREF(F12)	=ESTVIDE(G12)
9	*Valeurs*				
10	*Valeur 1*	10	10	10	10
11	*Valeur 2*	11	11	#VALEUR!	11
12	*Valeur 3*	Reçu	Reçu	Reçu	
13					
15	***Résultat***				
16	*Valeur 1*	FAUX	VRAI	VRAI	FAUX
17	*Valeur 2*	VRAI	FAUX	VRAI	FAUX
18	*Valeur 3*	#VALEUR!	#VALEUR!	VRAI	VRAI

Figure 5–5 Mise en œuvre des fonctions EST.IMPAIR, EST.PAIR, ESTREF et ESTVIDE.

Tableau 5–4 Fonctions d'information

Fonction	Description
EST.LOGIQUE	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant une valeur logique, elle renvoie `VRAI` ; dans tout autre cas, elle renvoie `FAUX`.
ESTNONTEXTE	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant du texte, elle renvoie `FAUX` ; dans tout autre cas, elle renvoie `VRAI`.
ESTNUM	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant une valeur numérique, elle renvoie `VRAI` ; dans tout autre cas, elle renvoie `FAUX`.
ESTTEXTE	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant du texte, elle renvoie `VRAI` ; dans tout autre cas, elle renvoie `FAUX`.
ESTFORMULE	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant une formule, elle renvoie `VRAI` ; dans tout autre cas, elle renvoie `FAUX` (**nouveauté Excel 2013**).
TYPE	Cette fonction utilise un seul argument. En fonction de la nature du contenu de cet argument, elle renvoie un nombre différent (voir l'exemple, figure 5-6).
N	Cette fonction utilise un seul argument, qu'elle traduit en valeur numérique (les textes sont convertis en `0`).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2				EST. LOGIQUE	EST NONTEXTE	EST NUM	EST TEXTE	EST FORMULE	TYPE	N
4		**Syntaxe**								
5		*Valeur 1*		=ESTLOGIQUE(D11)	=ESTNONTEXTE(E11)	=ESTNUM(F11)	=ESTTEXTE(G11)	=ESTFORMULE(H11)	=TYPE(I11)	=N(J11)
6		*Valeur 2*		=ESTLOGIQUE(D12)	=ESTNONTEXTE(E12)	=ESTNUM(F12)	=ESTTEXTE(G12)	=ESTFORMULE(H12)	=TYPE(I12)	=N(J12)
7		*Valeur 3*		=ESTLOGIQUE(D13)	=ESTNONTEXTE(E13)	=ESTNUM(F13)	=ESTTEXTE(G13)	=ESTFORMULE(H131)	=TYPE(I13)	=N(J13)
8		*Valeur 4*		=ESTLOGIQUE(D14)	=ESTNONTEXTE(E14)	=ESTNUM(F14)	=ESTTEXTE(G14)	=ESTFORMULE(H14)	=TYPE(I14)	=N(J14)
10		**Valeurs**								
11		*Valeur 1*		10	10	10	10	=SOMME(D11:G11)	10	10
12		*Valeur 2*		Reçu	Reçu	Reçu	Reçu	Reçu	Reçu	Reçu
13		*Valeur 3*		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	01/01/2010
14		*Valeur 4*		VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI
16		**Résultat**								
17		*Valeur 1*		FAUX	VRAI	VRAI	FAUX	VRAI	1	10
18		*Valeur 2*		FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	2	0
19		*Valeur 3*		FAUX	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	16	40179
20		*Valeur 4*		VRAI	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	4	1

Figure 5–6 Mise en œuvre des fonctions EST.LOGIQUE, ESTNONTEXTE, ESTNUM, ESTTEXTE, ESTFORMULE, TYPE et N.

Tableau 5–5 Fonctions d'information

Fonction	**Description**
ESTERR	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant une valeur d'erreur (sauf `#N/A`), elle renvoie `VRAI` ; dans tous les autres cas, elle renvoie `FAUX`.
ESTERREUR	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant une valeur d'erreur (`#N/A` inclus), elle renvoie `VRAI` ; dans tous les autres cas, elle renvoie `FAUX`.
EST.NA	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant la valeur d'erreur `#N/A`, elle renvoie `VRAI` ; dans tout autre cas, elle renvoie `FAUX`.
NA	Cette fonction n'utilise pas d'argument. Elle renvoie la valeur d'erreur `#N/A`.

	A	B	C	D	E	F	G
2				ESTERR	ESTERREUR	EST.NA	NA
4		*Syntaxe*					
5		*Valeur 1*		=ESTERR(D11)	=ESTERREUR(E11)	=ESTNA(F11)	=NA()
6		*Valeur 2*		=ESTERR(D12)	=ESTERREUR(E12)	=ESTNA(F12)	
7		*Valeur 3*		=ESTERR(D13)	=ESTERREUR(E13)	=ESTNA(F13)	
8		*Valeur 4*		=ESTERR(D14)	=ESTERREUR(E14)	=ESTNA(F14)	
10		*Valeurs*					
11		*Valeur 1*		10	10	10	
12		*Valeur 2*		Reçu	Reçu	Reçu	
13		*Valeur 3*		#N/A	#N/A	#N/A	
14		*Valeur 4*		#VALEUR!	#VALEUR!	#VALEUR!	
16		***Résultat***					
17		*Valeur 1*		FAUX	FAUX	FAUX	#N/A
18		*Valeur 2*		FAUX	FAUX	FAUX	
19		*Valeur 3*		FAUX	VRAI	VRAI	
20		*Valeur 4*		VRAI	VRAI	FAUX	

Figure 5–7 Mise en œuvre des fonctions ESTERR, ESTERREUR, EST.NA et NA.

Tableau 5–6 Fonctions d'information

Fonction	Description
CELLULE	Cette fonction renvoie toute une série d'informations sur une cellule. Elle utilise deux arguments. Le premier (un nom de code entre guillemets) précise l'information à recueillir et le second correspond à la référence de la cellule à sonder (voir l'exemple, figure 5-8).
INFORMATIONS	Cette fonction renvoie toute une série d'informations sur la version d'Excel utilisée, ainsi que sur le système d'exploitation. Elle utilise un argument (un nom de code entre guillemets), qui précise l'information à recueillir (voir l'exemple, figure 5-8).

	B	D	E	F
2		CELLULE		
4		*Syntaxe*		***Résultat***
5	*Info 01*	=CELLULE("adresse";D19)		**$D$19**
6	*Info 02*	=CELLULE("col";D19)	colonne	**4**
7	*Info 03*	=CELLULE("contenu";D19)		**10**
8	*Info 04*	=CELLULE("couleur";D19)		**0**
9	*Info 05*	=CELLULE("format";D19)		**S**
10	*Info 06*	=CELLULE("largeur";D19)		**21**
11	*Info 07*	=CELLULE("ligne";D19)		**19**
12	*Info 08*	=CELLULE("filename";D19)	nomfichier	**C:\DOCUMENTS\[Fichier1.xlsx]Feuil1**
13	*Info 09*	=CELLULE("parentheses";D19)		**0**
14	*Info 10*	=CELLULE("prefixe";B19)		**"**
15	*Info 11*	=CELLULE("protect";D19)	protege	**1**
16	*Info 12*	=CELLULE("type";D19)		**v**
18	***Valeurs***			
19	*Valeur*	10		
20				
21		INFORMATIONS		
23		*Syntaxe*		***Résultat***
24		=INFORMATIONS("Directory")	REPERTOIRE	**C:\Users\Nath\Documents**
25		=INFORMATIONS("nbfich")		**11**
26		=INFORMATIONS("cellule")		**$A:$A$1**
27		=INFORMATIONS("versionse")		**Windows (32-bit) NT 6.02**
28		=INFORMATIONS("recalcul")		**Automatique**
29		=INFORMATIONS("version")		**15.0**
30		=INFORMATIONS("systexpl")		**pcdos**

Figure 5–8 Mise en œuvre des fonctions CELLULE et INFORMATIONS. Avec Excel 2010, le premier argument devait parfois être indiqué en anglais pour que la fonction renvoie un résultat correct. Sous Excel 2013, cette lacune semble avoir été corrigée ; c'est pourquoi certains codes sont indiqués sous deux formes.

Tableau 5–7 Fonctions d'information

Fonction	Description
FEUILLE	Cette fonction utilise un seul argument (référence). Elle renvoie un numéro qui correspond à la position de la feuille sur laquelle se trouve la référence (nom de plage, nom de feuille, référence de cellule). Si l'argument n'est pas précisé, elle renvoie le numéro de la feuille sur laquelle la fonction est entrée (**nouveauté Excel 2013**).
FEUILLES	Cette fonction utilise un seul argument (référence). Elle renvoie un numéro qui correspond au nombre de feuilles impliquées dans la référence (nom de plage). Si l'argument n'est pas précisé, elle renvoie le nombre de feuilles du classeur dans lequel la fonction est entrée (**nouveauté Excel 2013**).

	B	D	E	F	G
2		FEUILLE		FEUILLES	
4	Syntaxe				
5	Valeur 1	=FEUILLE()		=FEUILLES()	
6	Valeur 2	=FEUILLE("Feuil1")		=FEUILLES(MesTableaux)	
7	Valeur 3	=FEUILLE(MonTableau)		=FEUILLES(MonTableau)	
9	Valeurs				
10	Valeur 1				
11	Valeur 2	"Feuil1"	Première feuille du classeur	MesTableaux	Union de deux plages situées sur deux feuilles
12	Valeur 3	MonTableau	Plage unique située sur la deuxième feuille	MonTableau	Plage unique située sur la deuxième feuille
15	Résultat				
16	Valeur 1	5	N° de la feuille contenant la cellule dans laquelle la fonction FEUILLE est entrée.	7	Nombre de feuilles du classeur.
17	Valeur 2	1	N° de la feuille nommée "Feuil1".	2	Nombre de feuilles couvertes par la plage nommée MesTableaux
18	Valeur 3	2	N° de la feuille contenant la plage nommée MonTableau.	1	Nombre de feuilles couvertes par la plage nommée MonTableau

Figure 5–9 Mise en œuvre des fonctions FEUILLE et FEUILLES.

Tableau 5–8 Fonctions d'information

Fonction	Description
TYPE.ERREUR	Cette fonction utilise un seul argument. Si ce dernier fait référence à une cellule contenant une valeur d'erreur (`#N/A` inclus), elle renvoie un nombre correspondant à l'erreur détectée. Dans tous les autres cas, elle renvoie `#N/A` (voir l'exemple, figure 5-10).

	Valeurs	Syntaxe	Résultat
	TYPE.ERREUR		
Valeur 1	#NUL!	=TYPE.ERREUR(D4)	1
Valeur 2	#DIV/0!	=TYPE.ERREUR(D5)	2
Valeur 3	#VALEUR!	=TYPE.ERREUR(D6)	3
Valeur 4	#REF!	=TYPE.ERREUR(D7)	4
Valeur 5	#NOM?	=TYPE.ERREUR(D8)	5
Valeur 6	#NOMBRE!	=TYPE.ERREUR(D9)	6
Valeur 7	#N/A	=TYPE.ERREUR(D10)	7
Valeur 8	10	=TYPE.ERREUR(D11)	#N/A
Valeur 9	Texte	=TYPE.ERREUR(D12)	#N/A

Figure 5–10 Mise en œuvre de la fonction TYPE.ERREUR.

Contrôler le paiement des factures à l'aide des fonctions d'information

Un chef d'entreprise suit le paiement de ses factures dans un tableau Excel. Pour chaque facture, il consigne son numéro, le nom du client, les montants H.T. et T.T.C. ainsi que la date d'émission. Dès que la facture est payée, il entre sa date de paiement.

Pour débusquer les mauvais payeurs, il utilise une colonne `Relance` qui lui donne en permanence le nombre de jours écoulés entre aujourd'hui et la date d'émission de la facture. Bien évidemment, dès que la facture est payée, il faut que la valeur de la colonne `Relance` disparaisse. Pour cela, il utilise une fonction *SI* qui teste la colonne `Date de paiement` afin de savoir si la cellule située à l'intersection de cette colonne et de la ligne de la facture concernée est vide.

G2 =SI(ESTVIDE(H2);AUJOURDHUI()-B2;"")

N° facture	Date émission	Client	Montant H.T.	Montant T.V.A.	Montant T.T.C	Relance	Date paiement
00001	05/07/2010	DUPONT	8 540,00	1 673,84	10 213,84		24/07/2010
00002	07/07/2010	DURANT	9 780,00	1 916,88	11 696,88	14	
00003	09/07/2010	MARTIN	6 870,00	1 346,52	8 216,52		30/07/2010
00004	15/07/2010	BLANC	3 650,00	715,40	4 365,40	6	
00005	19/07/2010	LEFEVRE	1 520,00	297,92	1 817,92	2	

Figure 5–11 La colonne Relance utilise la fonction ESTVIDE pour calculer la condition de la fonction SI.

PRÉCISION Utiliser la fonction AUJOURDHUI

Ce modèle utilise la fonction *AUJOURDHUI* qui appartient à la famille des fonctions de date. Pour en savoir plus, consultez la section suivante.

Vingt-quatre fonctions de date

Ces fonctions sont, comme leur nom l'indique, chargées de faire des calculs sur les dates. Certaines les décortiquent pour n'en retenir que l'année ou le mois. D'autres renvoient une date ou une heure dynamique dont la valeur reflète l'instant présent. D'autres enfin calculent le nombre de jours écoulés entre deux dates en tenant compte des week-ends, jours fériés et autres spécificités.

> **COMPRENDRE Comment travailler avec les dates**
>
> Pour comprendre comment travailler avec les dates sous Excel, consultez le chapitre 2.

Descriptif des vingt-quatre fonctions de date

Tableau 5–9 Fonctions de date

Fonction	Description
ANNEE	Cette fonction prend un seul argument. Il s'agit d'une date dont elle extrait l'année, qu'elle renvoie. Elle utilise la partie entière de la valeur numérique qu'on lui fournit.
MOIS	Cette fonction prend un seul argument. Il s'agit d'une date dont elle extrait le numéro du mois, qu'elle renvoie (entier de 1 à 12). Elle utilise la partie entière de la valeur numérique qu'on lui fournit.
JOUR	Cette fonction prend un seul argument. Il s'agit d'une date dont elle extrait le numéro du jour, qu'elle renvoie (entier de 1 à 31). Elle utilise la partie entière de la valeur numérique qu'on lui fournit.
AUJOURDHUI	Renvoie la date à l'instant de la validation ou du calcul de la fonction. La valeur renvoyée est un nombre entier représentant le nombre de jours écoulés entre le `1/1/1900` et la date du jour.

	A	B	C	D	E	F	G
2				ANNEE	MOIS	JOUR	AUJOURDHUI
4		Syntaxe		=ANNEE(D7)	=MOIS(E7)	=JOUR(F7)	=AUJOURDHUI()
6		Valeurs					
7		Valeur		14/07/2010	14/07/2010	14/07/2010	
8		Arguments					
9		Date		D7	E7	F7	
11		Résultat		2010	7	14	21/07/2010

Figure 5–12 Mise en œuvre des fonctions ANNEE, MOIS, JOUR et AUJOURDHUI.

Tableau 5–10 Fonctions de date

Fonction	Description

HEURE	Cette fonction prend un seul argument. Il s’agit d’une valeur de temps dont elle extrait le nombre d’heures, qu’elle renvoie (entier de 0 à 23). Elle utilise la partie décimale de la valeur numérique qu’on lui fournit.
MINUTE	Cette fonction prend un seul argument. Il s’agit d’une valeur de temps dont elle extrait le nombre de minutes, qu’elle renvoie (entier de 0 à 59). Elle utilise la partie décimale de la valeur numérique qu’on lui fournit.
SECONDE	Cette fonction prend un seul argument. Il s’agit d’une valeur de temps dont elle extrait le nombre de secondes, qu’elle renvoie (entier de 0 à 59). Elle utilise la partie décimale de la valeur numérique qu’on lui fournit.
MAINTENANT	Renvoie la date et l’heure à l’instant de la validation ou du calcul de la fonction. La valeur renvoyée est un nombre décimal représentant le nombre de jours écoulés entre le `1/1/1900` et la date du jour (partie entière), ainsi que le temps écoulé entre 0 heure et le moment du calcul de la fonction (partie décimale).

	B	C	D	E	F
2		HEURE	MINUTE	SECONDE	MAINTENANT
4	Syntaxe	=HEURE(C7)	=MINUTE(D7)	=SECONDE(E7)	=MAINTENANT()
6	Valeurs				
7	Valeur	13:42:48	13:42:48	13:42:48	
8	Arguments				
9	Heure	C7	D7	E7	
11	Résultat	13	42	48	21/07/2010 14:27

Figure 5–13 Mise en œuvre des fonctions HEURE, MINUTE, SECONDE et MAINTENANT.

Tableau 5–11 Fonctions de date

Fonction	Description
DATE	Cette fonction prend trois arguments (année, mois et jour) et les combine pour construire une date, qu’elle renvoie (valeur entière).
TEMPS	Cette fonction prend trois arguments (heures, minutes et secondes) et les combine pour construire un temps, qu’elle renvoie (valeur décimale).

	B	C	E	F
2		DATE		TEMPS
4	Syntaxe	=DATE(C7;C8;C9)	Syntaxe	=TEMPS(F7;F8;F9)
6	Valeurs		Valeurs	
7	Valeur 1	2010	Valeur 1	13
8	Valeur 2	7	Valeur 2	42
9	Valeur 3	14	Valeur 3	48
10	Arguments		Arguments	
11	Année	C7	Heure	F7
12	Mois	C8	Minute	F8
13	Jour	C9	Seconde	F9
15	Résultat	14/07/2010	Résultat	13:42:48

Figure 5–14 Mise en œuvre des fonctions DATE et TEMPS.

Tableau 5–12 Fonctions de date

Fonction	Description
DATEVAL	Cette fonction utilise un seul argument. Il doit s'agir d'une date exprimée en format de texte, qu'elle se charge de traduire en valeur numérique (valeur entière correspondant au nombre de jours écoulés entre le `1/1/1900` et la date). Pour tout autre type de contenu, elle renvoie la valeur d'erreur `#VALEUR!`.
TEMPSVAL	Cette fonction utilise un seul argument. Il doit s'agir d'un temps exprimé en format de texte, qu'elle se charge de traduire en valeur numérique (valeur décimale correspondant au temps écoulé entre `0` heure et le temps indiqué dans l'argument). Pour tout autre type de contenu, elle renvoie la valeur d'erreur `#VALEUR!`.

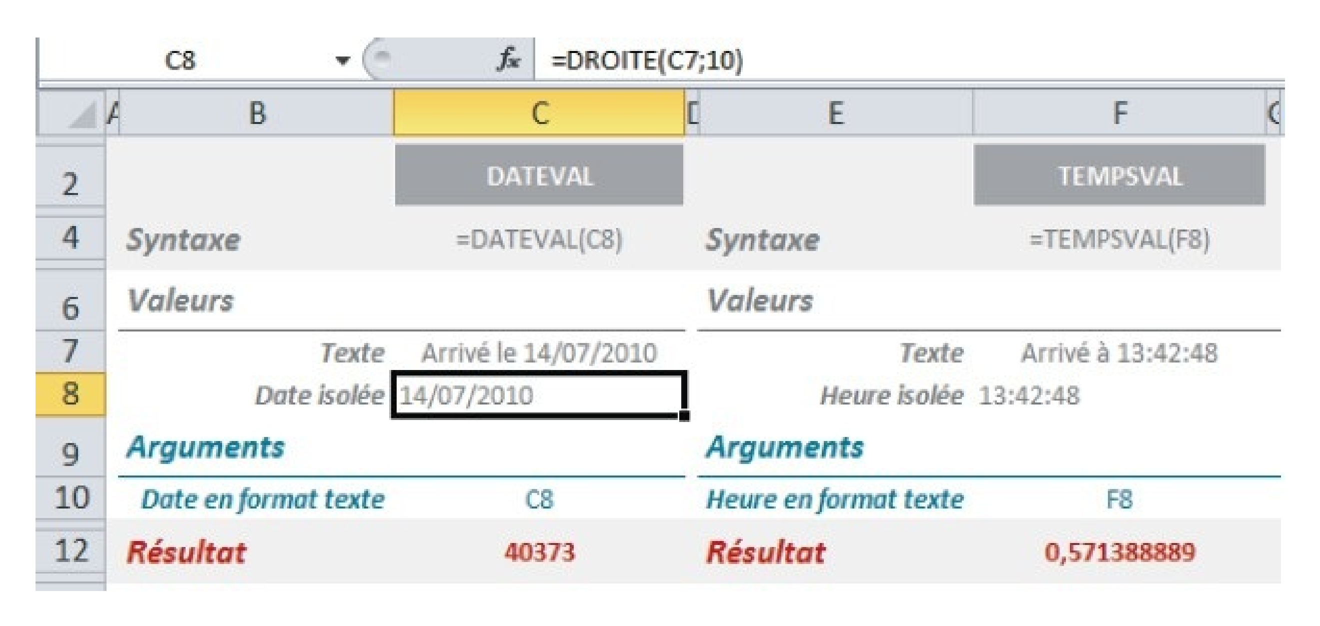


Figure 5–15 Mise en œuvre des fonctions DATEVAL et TEMPSVAL. Pour isoler la date et l'heure à partir des chaînes de caractères stockées dans les cellules C7 et F7, on a utilisé une fonction DROITE. Consultez le chapitre 10 pour en savoir plus sur cette fonction.

Tableau 5–13 Fonctions de date

Fonction	Description
JOURSEM	Cette fonction situe une date dans la semaine. Elle utilise deux arguments. Le premier correspond à la date à analyser. Le second est un code précisant la méthode à suivre pour sonder cette date. Elle renvoie son résultat sous la forme d'une valeur entière allant de `0` à `6` ou de `1` à `7`.

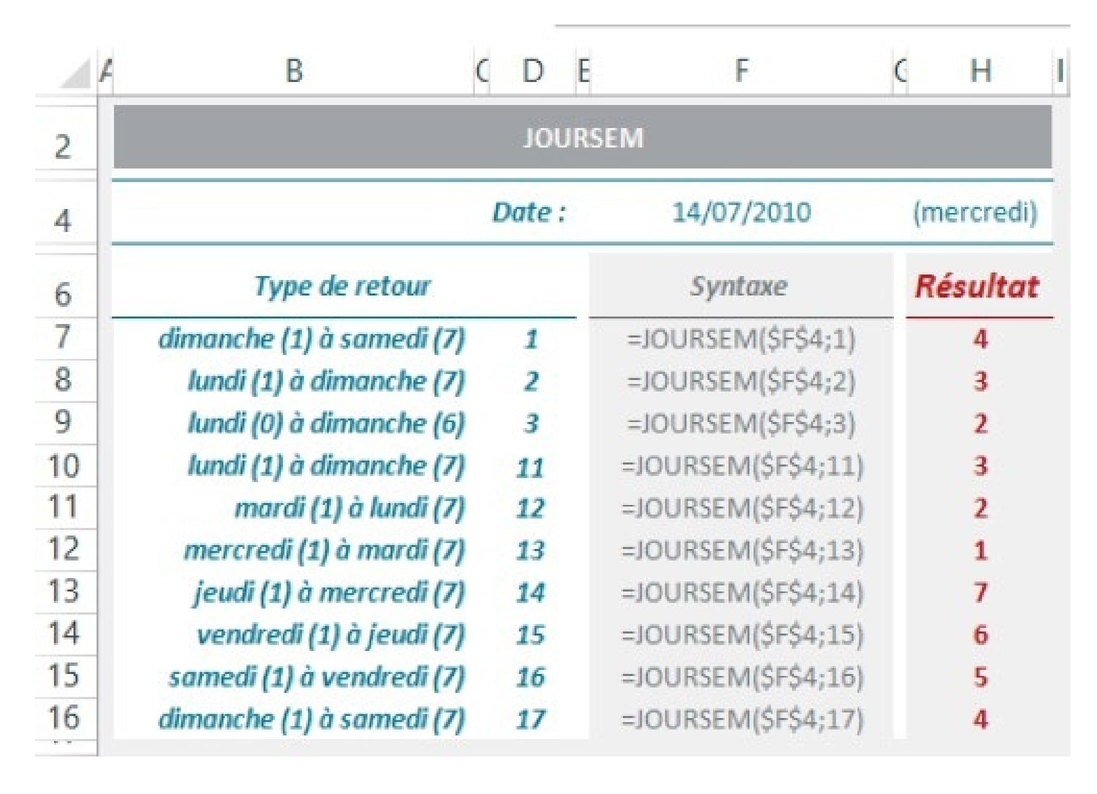


Figure 5–16 Mise en œuvre de la fonction JOURSEM.

Tableau 5–14 Fonctions de date

Fonction	Description
NO.SEMAINE	Cette fonction renvoie le numéro de la semaine dans laquelle se situe la date sondée. Elle utilise deux arguments. Le premier correspond à la date. Le second, un nombre entier, désigne la méthode utilisée pour identifier le début de la semaine.
NO.SEMAINE.ISO	Cette fonction renvoie le numéro de la semaine dans laquelle se situe la date sondée. Elle utilise un seul argument, une date. Le numéro renvoyé correspond à la réalité de ce que vous trouverez dans votre agenda. Si le 1er janvier tombe un lundi, un mardi, un mercredi ou un jeudi, on considère que la semaine 1 débute à cette date. Si le 1er janvier tombe un vendredi, un samedi ou un dimanche, on considère que la semaine 1 ne débute que le 4, le 3 ou le 2 janvier. Cette fonction renvoie exactement les mêmes valeurs que la fonction *NO.SEMAINE* lorsque le second argument vaut `21` (**nouveauté Excel 2013**).

	NO.SEMAINE											NO.SEMAINE.ISO	
La semaine commence le	Dimanche	Lundi	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	**équiv ISO**			
Argument 2	*1*	*2*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*21*			
Argument 1	**Résultat**										*Syntaxe des Formules en colonne O*	*Ré-sul-tat*	*Syntaxe des Formules en colonne S*
01/01/2018 (lun)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=NO.SEMAINE($B6;O$4)	1	=NO.SEMAINE.ISO($B6)
01/01/2008 (mar)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=NO.SEMAINE($B7;O$4)	1	=NO.SEMAINE.ISO($B7)
01/01/2014 (mer)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=NO.SEMAINE($B8;O$4)	1	=NO.SEMAINE.ISO($B8)
01/01/2009 (jeu)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=NO.SEMAINE($B9;O$4)	1	=NO.SEMAINE.ISO($B9)
01/01/2010 (ven)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	53	=NO.SEMAINE($B10;O$4)	53	=NO.SEMAINE.ISO($B10)
01/01/2011 (sam)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	52	=NO.SEMAINE($B11;O$4)	52	=NO.SEMAINE.ISO($B11)
01/01/2012 (dim)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	52	=NO.SEMAINE($B12;O$4)	52	=NO.SEMAINE.ISO($B12)

Figure 5–17 Mise en œuvre des fonctions NO.SEMAINE et NO.SEMAINE.ISO.

Tableau 5–15 Fonctions de date

Fonction	Description
FIN.MOIS	Cette fonction renvoie une date correspondant au dernier jour du mois calculé à partir d'une date de départ quelconque (premier argument), à laquelle on ajoute un certain nombre de mois (deuxième argument).
MOIS.DECALER	Cette fonction renvoie une date calculée à partir d'une date de départ quelconque (premier argument), à laquelle on ajoute un certain nombre de mois (deuxième argument).

	FIN.MOIS	MOIS.DECALER
Syntaxe	=FIN.MOIS(C7;C8)	=MOIS.DECALER(D7;D8)
Valeurs		
Valeur 1	14/07/2010	14/07/2010
Valeur 2	2	2
Arguments		
Date début	C7	D7
Nb mois	C8	D8
Résultat	**30/09/2010**	**14/09/2010**

Figure 5–18 Mise en œuvre des fonctions FIN.MOIS et MOIS.DECALER.

Tableau 5–16 Fonctions de date

Fonction	Description
JOURS	Cette fonction renvoie le nombre de jours écoulés entre deux dates. Le premier argument correspond à la date de fin et le second, à la date de début. La fonction compte l'intégralité des jours séparant ces deux dates (**nouveauté Excel 2013**).
JOURS360	Cette fonction renvoie le nombre de jours écoulés entre deux dates (les deux premiers arguments). Pour faire ce calcul, deux méthodes sont disponibles. Choisissez celle qui vous convient en entrant une valeur logique dans le troisième argument. Pour renvoyer le résultat, la fonction compte 30 jours pour les mois entiers et le véritable nombre de jours pour les mois tronqués de début et de fin.
FRACTION.ANNEE	Cette fonction renvoie le nombre de jours écoulés entre deux dates (les deux premiers arguments), mais exprimé en pourcentage d'année. Pour faire ce calcul, cinq méthodes sont disponibles. Choisissez celle qui vous convient en entrant, dans le troisième argument, un nombre entier compris entre `0` et `4`. Pour renvoyer le résultat, la fonction peut compter le nombre de jours réels ou 30 jours par mois et diviser par 365, 366 ou 360.



Figure 5–19 Mise en œuvre des fonctions JOURS, JOURS360 et FRACTION.ANNEE.

Tableau 5–17 Fonctions de date

Fonction	Description
NB.JOURS.OUVRES	Cette fonction renvoie le nombre de jours ouvrés écoulés entre deux dates (les deux premiers arguments). Pour faire ce calcul, la fonction considère tous les samedis et dimanches comme des jours non ouvrés. Si des jours fériés viennent s'intercaler dans la période couverte par le calcul, il faut entrer les dates correspondantes dans une plage de cellules, dont la référence constituera le troisième argument de la fonction.
	Cette fonction renvoie le nombre de jours ouvrés écoulés entre deux dates (les deux premiers arguments). Pour faire ce calcul, la fonction considère tous les samedis et dimanches comme des jours non ouvrés. Vous pouvez

NB.JOURS.OUVRES.INTL	utiliser le troisième argument pour modifier ce paramètre (`0000111` demande de prendre en compte tous les vendredis, samedis et dimanches comme jours non ouvrés). Si des jours fériés viennent s'intercaler dans la période couverte par le calcul, il faut entrer les dates correspondantes dans une plage de cellules, dont la référence constituera le quatrième argument de la fonction.
SERIE.JOUR.OUVRE	Cette fonction renvoie la date à laquelle on arrive en comptant un certain nombre de jours ouvrés (deuxième argument) à partir d'une date de départ (premier argument). Pour faire ce calcul, la fonction considère tous les samedis et dimanches comme des jours non ouvrés. Si des jours fériés viennent s'intercaler dans la période couverte par le calcul, il faut entrer les dates correspondantes dans une plage de cellules, dont la référence constituera le troisième argument de la fonction.
SERIE.JOUR.OUVRE.INTL	Cette fonction renvoie la date à laquelle on arrive en comptant un certain nombre de jours ouvrés (deuxième argument) à partir d'une date de départ (premier argument). Pour faire ce calcul, la fonction considère tous les samedis et dimanches comme des jours non ouvrés. Vous pouvez utiliser le troisième argument pour modifier ce paramètre (`0000111` demande de prendre en compte tous les vendredis, samedis et dimanches comme jours non ouvrés). Si des jours fériés viennent s'intercaler dans la période couverte par le calcul, il faut entrer les dates correspondantes dans une plage de cellules, dont la référence constituera le quatrième argument de la fonction.

	B	C	D	E	F
2		NB.JOURS. OUVRES	NB.JOURS. OUVRES.INTL	SERIE.JOUR. OUVRE	SERIE.JOUR. OUVRE.INTL
4	**Syntaxe**	=NB.JOURS. OUVRES (C7;C8;C9)	=NB.JOURS. OUVRES.INTL (D7;D8;D10;D9)	=SERIE.JOUR. OUVRE (E7;E8;E9)	=SERIE.JOUR. OUVRE.INTL (F7;F8;F10;F9)
6	**Valeurs**				
7	*Valeur 1*	14/07/2010	14/07/2010	14/07/2010	14/07/2010
8	*Valeur 2*	20/09/2010	20/09/2010	48	38
9	*Valeur 3*	14/07/2010	14/07/2010	14/07/2010	14/07/2010
10	*Valeur 4*		0000111		0000111
11	**Arguments**				
12	*Date début*	C7	D7	E7	F7
13	*Date fin ou Nb jours*	C8	D8	E8	F8
14	*Jours fériés*	C9	D9	E9	F9
15	*Week-ends*		D10		F10
17	**Résultat**	48	38	20/09/2010	20/09/2010

Figure 5–20 Mise en œuvre des fonctions NB.JOURS.OUVRES, NB.JOURS.OUVRES.INTL, SERIE.JOUR.OUVRE et SERIE.JOUR.OUVRE.INTL.

Suivre la rémunération d’obligations à l’aide des fonctions de date

Un investisseur achète des titres obligataires. Pour suivre leur rémunération, il utilise toujours le même modèle Excel, qui affiche automatiquement l’échéancier dès que les paramètres du nouvel investissement sont saisis.

```
=SI(A9="";"";SI(ET(FIN.MOIS(A9;$D$6)>$C$2;A9<>$C$2);
FRACTION.ANNEE(A9;A10;1);SI(FIN.MOIS(A9;$D$6)<=$C$2;$D$6/12;"")))
```

	A	B	C	D	E
1		*Date d'achat des titres*	12/02/2010		
2		*Date de remboursement*	31/12/2012		
3		*Montant*	200 000		
4		*Rémunération annuelle*	5%		
5		*Première date d'échéance*	31/03/2010		
6		*Périodicité*	Trimestrielle	3	
8	Échéances	Base	Taux	Prorata temporis	Rému-nération
9	31/03/2010	200 000,00	5,00%	12,88%	1 287,67
10	30/06/2010	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
11	30/09/2010	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
12	31/12/2010	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
13	31/03/2011	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
14	30/06/2011	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
15	30/09/2011	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
16	31/12/2011	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
17	31/03/2012	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
18	30/06/2012	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
19	30/09/2012	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00
20	31/12/2012	200 000,00	5,00%	25,00%	2 500,00

Figure 5–21 Le modèle utilisé par l’investisseur exige la saisie de six paramètres. Dès qu’ils sont entrés, l’échéancier correspondant s’affiche instantanément.

Ce modèle utilise deux des 24 fonctions de dates présentées dans cette section : *FIN.MOIS* et *FRACTION.ANNEE*.

Saisir les paramètres de l’échéancier de l’obligation

Les cinq premiers paramètres sont saisis. En revanche, le sixième ne l’est pas. Lorsque l’utilisateur clique dans la cellule *C6*, une flèche déroulante apparaît. S’il clique sur cette flèche, il a le choix entre `Annuelle`, `Semestrielle` et `Trimestrielle`. La cellule *D6* contient la formule suivante : `=SI(C6="Annuelle";12;SI(C6="Semestrielle";6;3))`. Elle teste le choix exercé par l’utilisateur dans la cellule *C6* et, en fonction de ce dernier, elle affiche le nombre de mois séparant deux échéances.

APPROFONDIR Faire apparaître une liste dans une cellule

Pour savoir comment faire apparaître une liste dans une cellule, consultez la fin de ce chapitre.

Automatiser le calcul des échéances de l'obligation

La colonne des dates d'échéances doit afficher automatiquement les bonnes dates, à partir des paramètres saisis dans les cellules *C1* à *C6*.

La cellule *A9* est un cas à part. Elle se contente de récupérer la date entrée en *C5* (première date d'échéance). Elle contient donc la formule `=C5`.

La formule entrée en *A10* doit gérer tous les cas de figure. Elle est construite à partir de trois fonctions *SI* imbriquées :

- La première teste le contenu de la cellule du dessus. Si ce dernier est du texte vide, elle renvoie elle-même du texte vide. Cela signifie que l'on se situe après la date de remboursement de l'obligation.
- La deuxième compare la prochaine échéance et la date de remboursement. Si l'on se situe au-delà de la date de remboursement et si la cellule du dessus n'est pas la date de remboursement, elle renvoie la date de remboursement. Cela signifie que cette dernière survient entre deux échéances « normales » et que l'on vient d'y parvenir.
- Sinon, on utilise une troisième fonction *SI*, toujours pour vérifier où se situe la prochaine échéance par rapport à la date de remboursement. Si elle est inférieure ou égale à cette dernière, elle renvoie la prochaine date d'échéance (cela permet de traiter le cas où les deux dates sont confondues). Sinon, la fonction renvoie du texte vide (cela permet de traiter la première ligne dans laquelle le calcul doit s'interrompre).

La formule :

```
=SI(A9="";"";SI(ET(FIN.MOIS(A9;$D$6)>$C$2;A9<>$C$2);$C$2;SI(FIN.MOIS(A9;$D$6
<=$C$2;FIN.MOIS(A9;$D$6);"")))
```

est alors recopiée dans toute la colonne (dans l'exemple traité ici, on est allé jusqu'à la ligne *50*).

Programmer le calcul de la base et du taux de l'obligation

Pour la première cellule de la colonne `Base`, la formule est `=SI(A9<>"";C3;"")`. Elle teste la colonne *A* pour savoir si le calcul est nécessaire ou interrompu, puis renvoie le montant. Celle qui se trouve dans la cellule suivante est légèrement différente. Au lieu d'aller à nouveau chercher le contenu de *C3*, elle récupère simplement celui de la cellule du dessus (qui normalement est le même). Elle prend donc la forme `=SI(A10<>"";B9;"")`.

La logique qui sous-tend les formules de la colonne `Taux` est la même. On trouve en *`C9`* `=SI(A9<>"";C4;"")` et en *`C10`* `=SI(A10<>"";C9;"")`. Les deux formules (`B10` et `C10`) sont

recopiées jusqu'à la ligne *50*.

> **ASTUCE Assouplissez vos modèles**
>
> Le fait d'avoir entré des formules différentes à partir de la ligne *10* permet d'envisager des situations évolutives. Si la base de calcul (vente, modification du taux) évolue dans le temps, il suffit d'entrer les nouvelles valeurs à partir de la ligne concernée pour que toute la fin de l'échéancier se mette à jour automatiquement.

Réaliser un calcul prorata temporis pour la première et la dernière échéance de l'obligation

À nouveau, on distingue la formule utilisée pour la première ligne et celle utilisée pour toutes les autres. En *D9*, on trouve la formule `=FRACTION.ANNEE(C1;A9;1)`. Elle calcule le pourcentage de l'année couverte par la période écoulée entre la date d'achat et la première échéance. En *D10*, la formule est toute autre (c'est celle qui apparaît dans la barre de formule de la figure 5-21). Une première fonction *SI* teste la pertinence du calcul. Une seconde compare la prochaine échéance et la date de remboursement. Si cette dernière vient d'être franchie, la formule renvoie le pourcentage de l'année couverte par la période écoulée entre la date de la dernière échéance et la date de remboursement. Enfin, s'il s'agit d'une échéance « normale », la formule renvoie `1`, `0,5` ou `0,25` en fonction de la périodicité de l'obligation. Elle renvoie du texte vide si la date de remboursement a été franchie dans la ligne précédente.

Calculer la rémunération de l'obligation

La formule est la même dans toute la colonne. Elle teste la pertinence du calcul et, dans l'affirmative, fait le produit de la base du calcul, du taux d'intérêt et du prorata temporis : `=SI(A9="";"";B9*C9*D9)`.

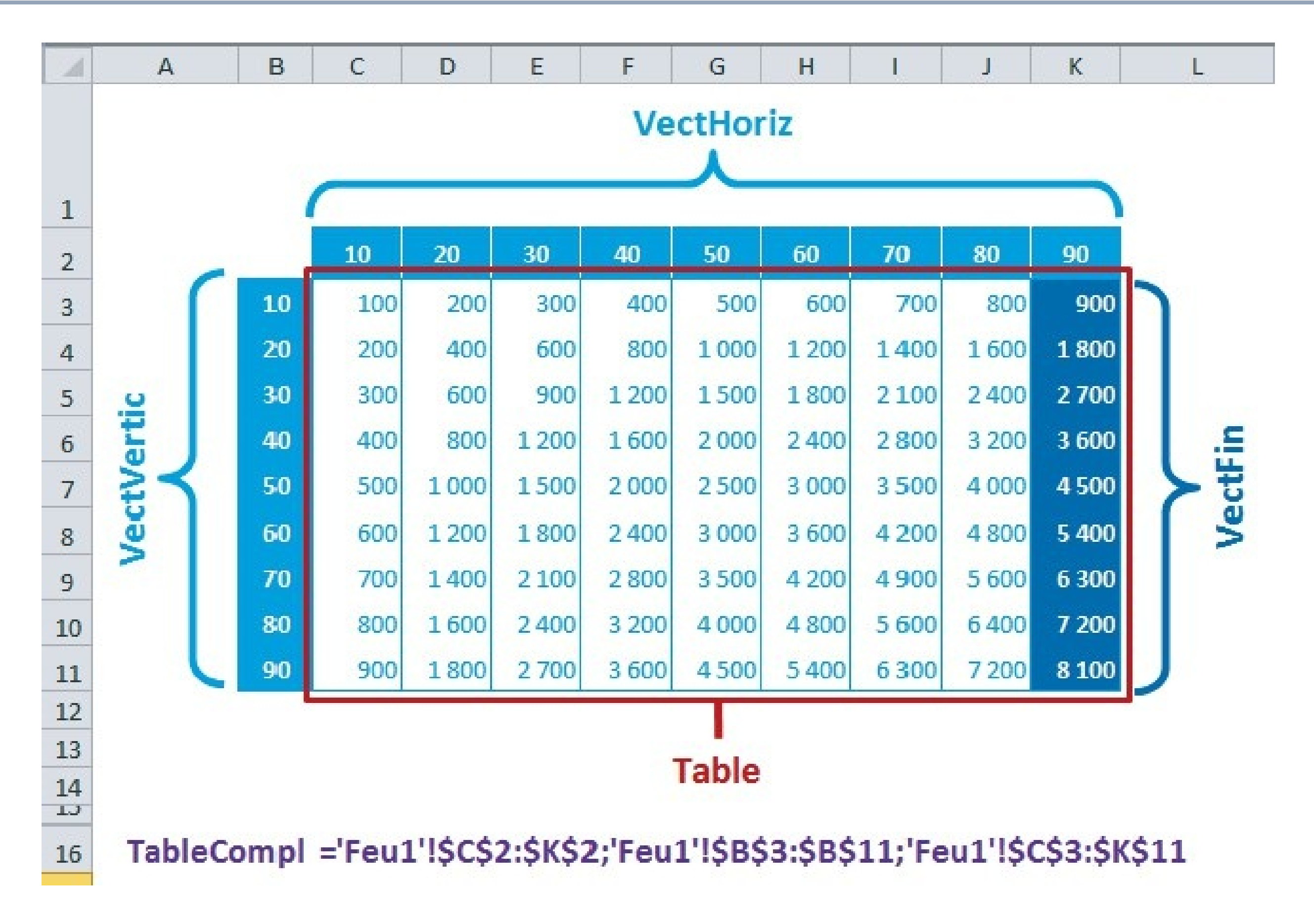
Dix-neuf fonctions de recherche

Les fonctions de recherche rendent plusieurs types de services. Elles renseignent sur l'emplacement et la taille d'une plage, situent une valeur dans une table, transforment une référence ou créent un lien hypertexte.

Descriptif des dix-neuf fonctions de recherche

> **TECHNIQUE Plages ou vecteurs ?**
>
> Les fonctions de recherche utilisent le plus souvent des tables de données. Il s'agit de plages rectangulaires. Ces dernières peuvent être constituées de plusieurs lignes et plusieurs colonnes ; on parle alors de tables. Elles peuvent également être unidimensionnelles (plusieurs cellules

rassemblées sur une seule colonne ou une seule ligne) ; on parle alors de vecteurs.



	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10	100	200	300	400	500	600	700	800	900
20	200	400	600	800	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800
30	300	600	900	1 200	1 500	1 800	2 100	2 400	2 700
40	400	800	1 200	1 600	2 000	2 400	2 800	3 200	3 600
50	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500
60	600	1 200	1 800	2 400	3 000	3 600	4 200	4 800	5 400
70	700	1 400	2 100	2 800	3 500	4 200	4 900	5 600	6 300
80	800	1 600	2 400	3 200	4 000	4 800	5 600	6 400	7 200
90	900	1 800	2 700	3 600	4 500	5 400	6 300	7 200	8 100

Figure 5–22 Pour mieux comprendre certaines fonctions qui nécessitent l'emploi d'une table ou d'un vecteur, voici le tableau sur lequel sont basés plusieurs exemples présentés ultérieurement. Cinq noms (VectHoriz, VectVertic, VectFin, Table et TableCompl) ont été définis.

COMPRENDRE Méthodes de recherche

Parmi les quelques fonctions présentées dans cette section, certaines utilisent plusieurs méthodes de recherche.

Elles peuvent rechercher une valeur exacte. Dans ce cas, il y a deux possibilités : soit la fonction trouve la valeur et la renvoie (ou renvoie sa position), soit elle ne la trouve pas et, dans ce cas, renvoie la valeur d'erreur `#N/A`. Quand cette méthode est utilisée, peu importe la manière dont la table est triée.

Les recherches peuvent également se faire selon des tranches. Pour cela, on suit une des deux logiques suivantes :

- trouver la plus grande valeur inférieure ou égale à la valeur de recherche ; dans ce cas, le vecteur de recherche doit être trié dans un ordre croissant ;
- trouver la plus petite valeur supérieure ou égale à la valeur de recherche ; dans ce cas, le vecteur de recherche doit être trié dans un ordre décroissant.

Tableau 5–18 Fonctions de recherche

Fonction	Description
COLONNE	Cette fonction utilise un seul argument, une référence de cellule. Elle renvoie le numéro de colonne de cette cellule. Elle peut aussi être utilisée sans argument ; dans ce cas, elle

	renvoie le numéro de colonne dans laquelle elle a été entrée.
COLONNES	Cette fonction utilise un seul argument, la référence d'une plage de cellules. Elle renvoie le nombre de colonnes de cette plage.
LIGNE	Cette fonction utilise un seul argument, une référence de cellule. Elle renvoie le numéro de ligne de cette cellule. Elle peut aussi être utilisée sans argument ; dans ce cas, elle renvoie le numéro de ligne dans laquelle elle a été entrée.
LIGNES	Cette fonction utilise un seul argument, la référence d'une plage de cellules. Elle renvoie le nombre de lignes de cette plage.
ZONES	Cette fonction utilise un seul argument, la référence d'une plage de cellules. Elle renvoie le nombre de zones non contiguës composant cette plage (1 si cette dernière est d'un seul tenant).

	A	B	C	D	E	F	G	H
2				COLONNE	COLONNES	LIGNE	LIGNES	ZONES
4		Syntaxe		=COLONNE (D7)	=COLONNES (E7:G7)	=LIGNE (F7)	=LIGNES (G2:G7)	=ZONES (TableCompl)
6		Arguments						
7		Référence		D7	E7:G7	F7	G2:G7	TableCompl
9		Résultat		4	3	7	6	3

Figure 5–23 Mise en œuvre des fonctions COLONNE, COLONNES, LIGNE, LIGNES et ZONES.

Tableau 5–19 Fonctions de recherche

Fonction	Description
EQUIV	Cette fonction utilise trois arguments. Elle renvoie la position d'une valeur (premier argument) dans un vecteur de recherche (deuxième argument). Le troisième argument précise la méthode de recherche. S'il est égal à `1`, la fonction renvoie la position de la plus grande valeur inférieure ou égale à la valeur de recherche. S'il est égal à `-1`, la fonction renvoie la position de la plus petite valeur supérieure ou égale à la valeur de recherche. S'il est égal à `0`, la fonction recherche la valeur exacte et renvoie sa position.
RECHERCHEH	Cette fonction utilise quatre arguments. Dans une table de données (deuxième argument), elle utilise la première ligne comme vecteur de recherche. Une fois la bonne colonne détectée, elle renvoie la valeur située dans la ligne dont le numéro est indiqué dans le troisième argument. La recherche peut se faire selon deux méthodes. La fonction peut rechercher la plus grande valeur inférieure ou égale à la valeur de recherche. Si vous ne précisez pas le quatrième argument ou si vous lui donnez la valeur logique `VRAI`, c'est cette méthode qui sera utilisée. Elle peut également rechercher une valeur exacte ; pour orienter la fonction sur ce mode de recherche, il faut indiquer la valeur logique `FAUX` dans le quatrième argument.
	Cette fonction utilise quatre arguments. Dans une table de données (deuxième

RECHERCHEV	argument), elle utilise la première colonne comme vecteur de recherche. Une fois la bonne ligne détectée, elle renvoie la valeur située dans la colonne dont le numéro est indiqué dans le troisième argument. La recherche peut se faire selon deux méthodes. La fonction peut rechercher la plus grande valeur inférieure ou égale à la valeur de recherche. Si vous ne précisez pas le quatrième argument ou si vous lui donnez la valeur logique `VRAI`, c'est cette méthode qui sera utilisée. Elle peut également rechercher une valeur exacte ; pour orienter la fonction sur ce mode de recherche, il faut indiquer la valeur logique `FAUX` dans le quatrième argument.

	A	B	C	D	E	F
2				EQUIV	RECHERCHEH	RECHERCHEV
4		Syntaxe		=EQUIV (D7;VectHoriz;D8)	=RECHERCHEH (E7;Table;E8;E9)	=RECHERCHEV (F7;Table;F8;F9)
6		Valeurs				
7		Valeur 1		45	450	450
8		Valeur 2		1	9	9
9		Valeur 3			VRAI	VRAI
10		Arguments				
11		Valeur de recherche		D7	E7	F7
12		Plage de recherche		VectHoriz	Table	Table
13		Index		D8	E8	F8
14		Valeur proche			E9	F9
16		Résultat		4	3600	3600

Figure 5–24 Mise en œuvre des fonctions EQUIV, RECHERCHEH et RECHERCHEV.

Tableau 5–20 Fonctions de recherche

Fonction	Description
INDEX	Cette fonction utilise trois arguments. Elle s'appuie sur une table (premier argument) et, à partir d'elle, repère la bonne ligne (deuxième argument), puis la bonne colonne (troisième argument) et renvoie la valeur située à l'intersection des deux.
RECHERCHE	Cette fonction utilise trois arguments. Les deuxième et troisième arguments sont des vecteurs. Il n'est pas nécessaire qu'ils aient la même orientation (l'un peut être vertical alors que l'autre peut être horizontal), mais il doit exister une forme de correspondance entre les deux. La première valeur du premier vecteur doit avoir un lien avec la première valeur du deuxième vecteur, et ainsi de suite. Le premier vecteur (deuxième argument) contient les valeurs utilisées pour faire la recherche et le second vecteur (troisième argument) contient les valeurs utilisées pour renvoyer le résultat de la fonction. Dans le premier vecteur, la fonction recherche la plus grande valeur inférieure ou égale à la valeur de recherche (premier argument) et renvoie, à partir du deuxième vecteur, la valeur correspondante.

	B	D	F	G
2		INDEX		RECHERCHE
4	Syntaxe	=INDEX(Table;D7;D8)	Syntaxe	=RECHERCHE (G7;VectVertic;VectFin)
6	Valeurs		Valeurs	
7	Valeur 1	6	Valeur 1	45
8	Valeur 2	7		
9	Arguments		Arguments	
10	Plage de recherche	Table	Valeur de recherche	G7
11	N° ligne	D7	Vecteur de recherche	VectVertic
12	N° colonne	D8	Vecteur résultat	VectFin
14	Résultat	4200	Résultat	3600

Figure 5–25 Mise en œuvre des fonctions INDEX et RECHERCHE.

Tableau 5–21 Fonctions de recherche

Fonction	Description
ADRESSE	Cette fonction utilise cinq arguments. Elle renvoie la référence d'une cellule dont les coordonnées et la forme sont précisées dans ces derniers. Comme toute cellule, elle est définie par un numéro de ligne (premier argument) et de colonne (deuxième argument). Comme toute référence, elle peut adopter une forme relative, absolue ou semi-relative ; c'est ce que vous précisez en entrant un entier (compris entre `1` et `4`) dans le troisième argument. Si vous ne précisez rien, la référence est renvoyée par défaut sous sa forme absolue. Si vous n'entrez rien (ou `VRAI`) pour le quatrième argument, elle est renvoyée sous sa forme `A1`, mais en indiquant la valeur logique `FAUX`, elle est renvoyée sous sa forme `L1C1`. Enfin, si vous précisez le nom d'une feuille dans le cinquième argument, la référence est associée à cette feuille.
DECALER	Cette fonction utilise cinq arguments. À partir d'une cellule (premier argument), elle va pointer sur une autre cellule, en se décalant d'un certain nombre de lignes (deuxième argument) et de colonnes (troisième argument). Elle peut aussi pointer sur une plage de cellules. Dans ce cas, les trois premiers arguments servent à identifier le coin supérieur gauche de la plage et les deux derniers, à préciser sa taille, en indiquant un nombre de colonnes (quatrième argument) et un nombre de lignes (cinquième argument). Sous cette forme, elle ne doit pas être entrée seule, mais imbriquée dans une autre fonction capable d'utiliser cette plage comme argument.
FORMULETEXTE	Cette fonction utilise un argument, une référence de cellule, dont elle renvoie la formule sous forme de texte (**nouveauté Excel 2013**).

	B	D	F	G	I	J
2		ADRESSE		DECALER		FORMULETEXTE
4	Syntaxe	=ADRESSE (D7;D8;D9;D10;D11)	Syntaxe	=DECALER (G7;G8;G9;G10;G11)	Syntaxe	=FORMULETEXTE (G19)
6	Valeurs		Valeurs		Valeurs	
7	Valeur 1	6	Valeur 1	45	Valeur 1	7
8	Valeur 2	7	Valeur 2	1		
9	Valeur 3	1	Valeur 3	-3		
10	Valeur 4	VRAI	Valeur 4	1		
11	Valeur 5	Feu1	Valeur 5	1		
12	Arguments		Arguments		Arguments	
13	N° ligne	D7	Référence	G7	Référence	G19
14	N° colonne	D8	Nb décalage lignes	G8		
15	Ref. relative /absolue	D9	Nb décalage colonnes	G9		
16	Ref. A1 ou L1C1	D10	Nb cellules largeur	G10		
17	Nom feuille	D11	Nb cellules hauteur	G11		
19	Résultat	'Feu1'!$G$6	Résultat	7	Résultat	=DECALER (G7;G8;G9;G10;G11)

Figure 5–26 Mise en œuvre des fonctions ADRESSE, DECALER et FORMULETEXTE.

> **CONSEIL Bien utiliser la fonction DECALER**
>
> La fonction *DECALER* est utilisée pour construire le tableau de suivi budgétaire présenté dans le chapitre 1. N'hésitez pas à revenir à ce chapitre pour améliorer votre maîtrise de cette fonction.

Tableau 5–22 Fonctions de recherche

Fonction	Description
CHOISIR	Cette fonction utilise un index (premier argument) et une liste de valeurs (arguments suivants). Ses arguments sont donc en nombre variable. Elle utilise l'index (valeur entière comprise entre `1` et `n`) pour indiquer l'argument à renvoyer. S'il est égal à `1`, elle renvoie le deuxième argument. S'il est égal à `2`, elle renvoie le troisième, et ainsi de suite.
LIEN_HYPERTEXTE	Cette fonction utilise deux arguments et crée un lien hypertexte. Le premier argument décrit la cible à laquelle le lien conduit et le second permet d'indiquer un nom suffisamment convivial pour que l'utilisateur n'ait aucun doute sur le rôle du bouton créé. La cible peut être une adresse URL quelconque. S'il s'agit d'un classeur, il faut qu'il soit situé dans le même répertoire que celui dans lequel le

	lien est installé. S'il se trouve dans un autre répertoire, vous devez indiquer son chemin d'accès.

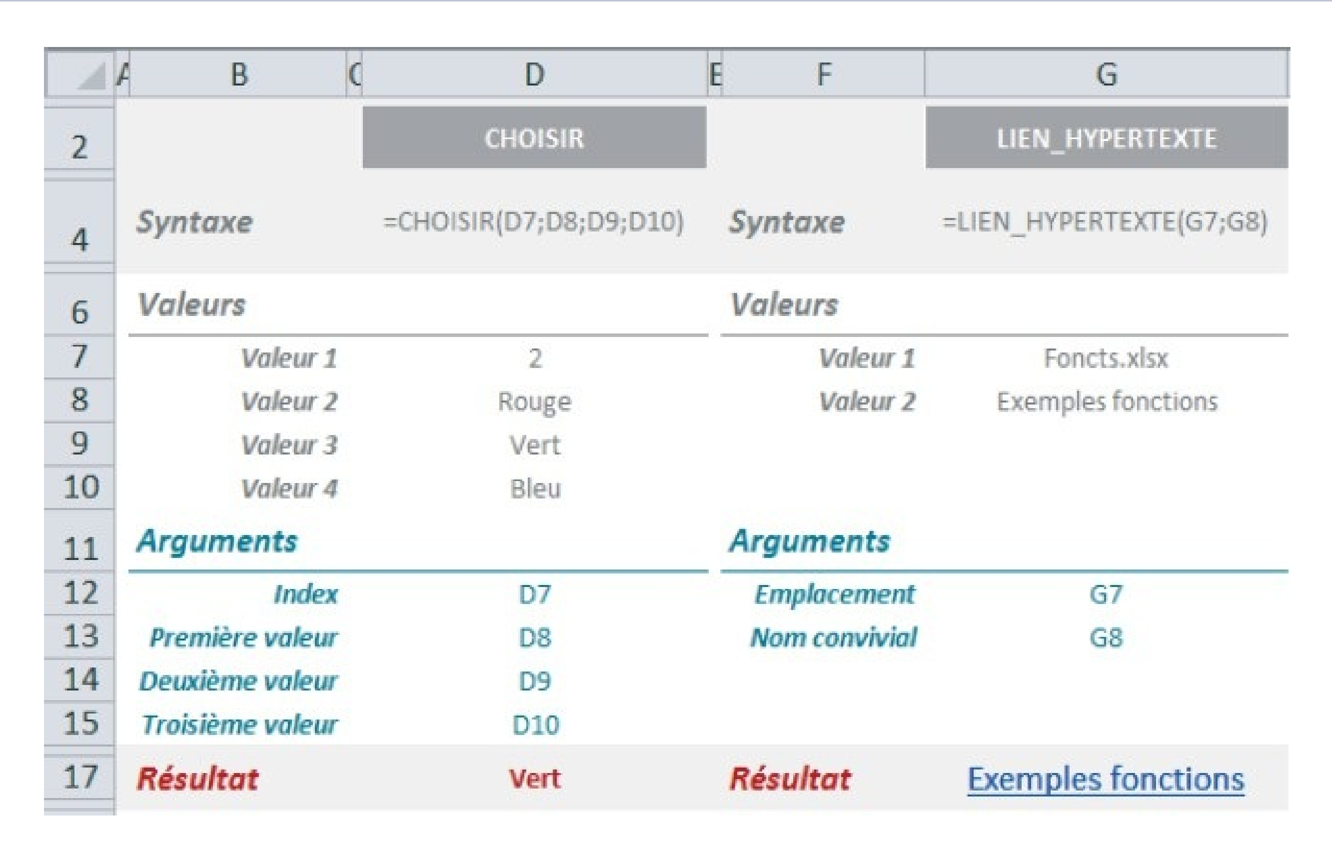


Figure 5–27 Mise en œuvre des fonctions CHOISIR et LIEN_HYPERTEXTE.

Tableau 5–23 Fonctions de recherche

Fonction	Description
TRANSPOSE	Cette fonction transforme un tableau en inversant ses lignes et ses colonnes. Il s'agit d'une fonction matricielle.



Figure 5–28 Pour entrer cette fonction matricielle, sélectionnez la plage F2:G4 et entrez =TRANSPOSE(B2:D3). Validez en pressant simultanément les touches Ctrl+Maj+Entrée.

Tableau 5–24 Fonctions de recherche

Fonction	Description
	Cette fonction utilise deux arguments. Le premier est une

INDIRECT	référence de cellule dont le contenu doit être lui-même une référence. *INDIRECT* ne renvoie pas ce contenu, mais pointe vers la cellule qui lui correspond. Le deuxième argument est une valeur logique indiquant comment doit être interprété le premier. Si elle est égale à `FAUX`, le contenu du premier argument est une référence de type `L1C1` ; si elle est omise ou égale à `VRAI`, il s'agit d'une référence de type `A1`.
LIREDONNEESTABCROISDYNAMIQUE	Cette fonction sert à récupérer certains résultats d'un tableau croisé dynamique. Pour la mettre en œuvre, la technique la plus simple consiste à taper le signe `=` dans une cellule, puis à cliquer sur la cellule du tableau qui vous intéresse. Pour l'optimiser, vous pouvez intervenir sur les références entrées par défaut afin, par exemple, de la recopier plus facilement. Les deux premiers arguments de cette fonction sont obligatoires. Ils désignent invariablement un nom de champ de valeur ainsi qu'une cellule quelconque du tableau croisé. Le premier indique le champ de valeur dans lequel se trouve le résultat à renvoyer et le second permet à Excel d'identifier le tableau croisé dynamique visé par la fonction. La structure d'un tableau croisé étant extrêmement élastique, les autres arguments sont en nombre variable. Ils indiquent les éléments (de lignes et de colonnes) à l'intersection desquels se trouve la donnée à renvoyer. Quand vous précisez un élément, utilisez toujours l'argument situé juste avant pour désigner le champ auquel il appartient. Ces « couples d'arguments » peuvent être mentionnés dans n'importe quel ordre. Vous pouvez entrer les noms de champ et d'élément entre guillemets, mais si ces derniers apparaissent fidèlement dans le tableau croisé (s'ils n'ont pas été modifiés après coup), vous utiliserez indifféremment les références de cellules qui les contiennent.
RTD	La fonction *RTD* *(Real Time Data)* appelle un serveur Automation COM *(Component Object Model)* pour récupérer des données en temps réel afin de les utiliser dans un classeur. Le résultat de la fonction est mis à jour à chaque fois que de nouvelles données sont disponibles sur le serveur et que le classeur peut les accepter. Les trois premiers arguments sont obligatoires et les autres sont facultatifs. Le premier indique le nom du complément d'automation COM installé sur l'ordinateur local. Le second correspond au nom du serveur sur lequel le complément doit être exécuté (s'il doit être exécuté en local, il faut laisser l'argument vide). Le troisième (et les éventuels suivants) indiquent les données à récupérer.

RENVOI Utiliser les fonctions INDIRECT et LIREDONNEESTABCROISDYNAMIQUE

Pour ces deux fonctions, aucun exemple de mise en œuvre n'est proposé dans ce chapitre. La fonction *INDIRECT*, présentée au milieu du chapitre 1, a été largement utilisée pour construire le tableau de suivi budgétaire. N'hésitez pas à le consulter pour améliorer votre maîtrise de cette fonction.
La fonction *LIREDONNEESTABCROISDYNAMIQUE* a été abordée dans le chapitre 3.

EXPERT Bien utiliser la fonction RTD

Dans ce chapitre, aucun exemple d'application n'est donné sur cette fonction. Pour en savoir plus, n'hésitez pas à consulter, sur Internet, les articles disponibles sur les pages :

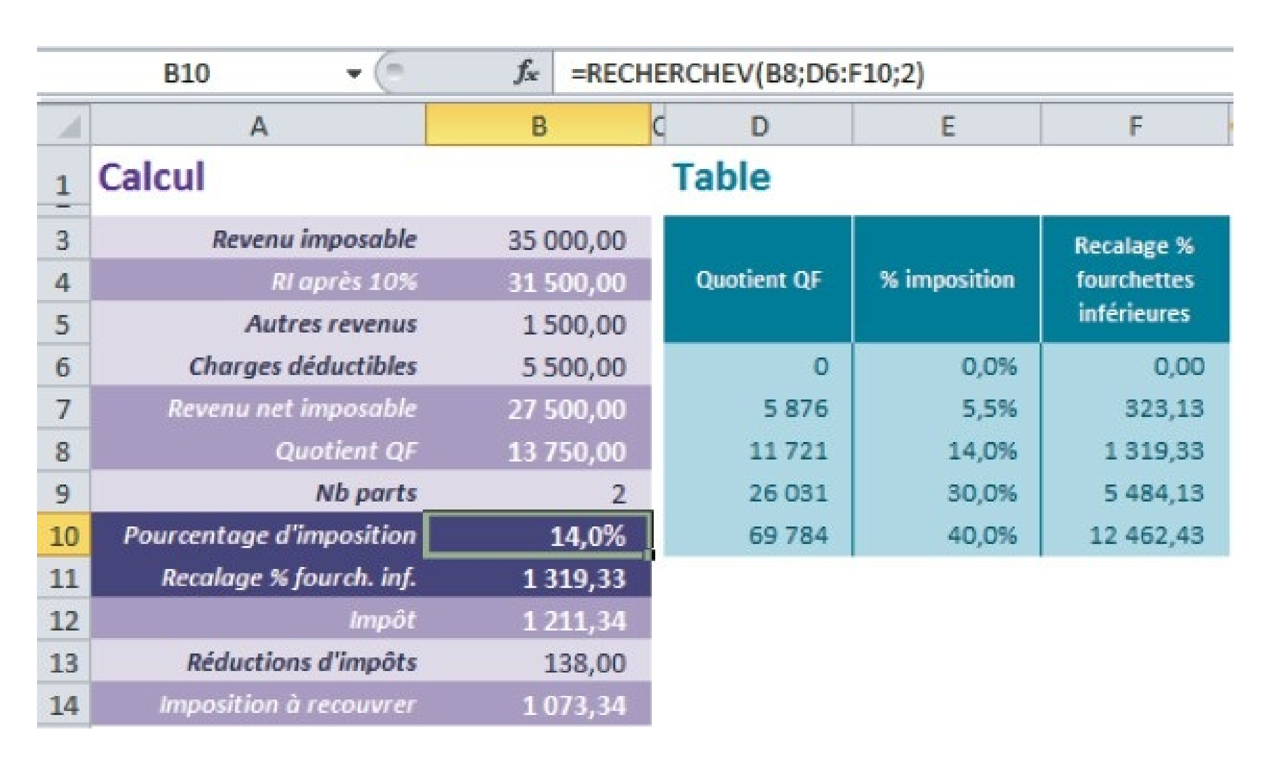
- http://support.microsoft.com/kb/291392

et

- http://support.microsoft.com/kb/327215/fr.

Calculer le montant de l'impôt sur le revenu à l'aide des fonctions de recherche

Un particulier a construit un modèle Excel pour calculer automatiquement son impôt sur le revenu.



B10 | =RECHERCHEV(B8;D6:F10;2)

	A	B
1	Calcul	
3	Revenu imposable	35 000,00
4	RI après 10%	31 500,00
5	Autres revenus	1 500,00
6	Charges déductibles	5 500,00
7	Revenu net imposable	27 500,00
8	Quotient QF	13 750,00
9	Nb parts	2
10	Pourcentage d'imposition	14,0%
11	Recalage % fourch. inf.	1 319,33
12	Impôt	1 211,34
13	Réductions d'impôts	138,00
14	Imposition à recouvrer	1 073,34

Table

Quotient QF	% imposition	Recalage % fourchettes inférieures
0	0,0%	0,00
5 876	5,5%	323,13
11 721	14,0%	1 319,33
26 031	30,0%	5 484,13
69 784	40,0%	12 462,43

Figure 5–29 Les cellules mauve pâle correspondent à des saisies, les cellules plus foncées contiennent des formules et les deux cellules très foncées utilisent une fonction de recherche.

Il faut entrer en *B3* le montant du revenu imposable. En *B4*, on trouve la formule `=B3*0,9` qui calcule le nouveau revenu en tenant compte d'un abattement de `10 %`. Les cellules *B5* et *B6* sont une occasion supplémentaire pour saisir d'autres types de revenus

et de charges à déduire. On trouve en *B7* la formule `=SI(B4+B5-B6<0;0;B4+B5-B6)` qui renvoie une ultime version du revenu, utilisée ensuite pour le calcul du quotient familial (*B8*). Ce dernier divise le revenu par le nombre de parts : `=B7/B9`.

La fonction entrée en *B10* est `=RECHERCHEV(B8;D6:F10;2)`. Elle utilise le quotient familial (*B8*) pour faire sa recherche dans la première colonne de la plage *D6:F10* et renvoie la valeur située dans la deuxième colonne (`2`).

> **COMPRENDRE Une recherche par paliers**
>
> La table présentée dans la plage *D6:F10* recrée les fourchettes utilisées par l'administration fiscale pour définir les pourcentages d'imposition. La fonction *RECHERCHEV* mise en œuvre dans la cellule *B10* utilise la première colonne de la table comme vecteur de recherche. Il faut la lire ainsi : de `0` à `5 875` le pourcentage est de `0 %`, de `5 876` à `11 720` il est de `5,5 %`, etc. La fonction entrée en *B10* recherche en colonne *D* la plus grande valeur inférieure ou égale au quotient familial (ici, il s'agit de `11 721`). Elle se cale ensuite sur la ligne correspondante et le dernier argument (`2`) lui indique qu'elle doit renvoyer la valeur de la cellule située à l'intersection de cette ligne et de la deuxième colonne de la table (ici, il s'agit de `14 %`).

La fonction entrée en *B11* est `=RECHERCHEV(B8;D6:F10;3)`. Sa logique est exactement la même que celle qui est entrée en *B10*, mais cette fois, c'est la valeur située dans la troisième colonne de la table (`1 319,33`) qui est renvoyée.

C'est en *B12* que l'on trouve la vraie formule de calcul de l'impôt. Cette dernière est très simple puisqu'elle se contente de soustraire et multiplier des entités saisies ou calculées dans les cellules précédentes. En *B12*, on trouve la formule `=B7*B10-B9*B11`.

Enfin, il y a certaines valeurs que l'on peut déduire du montant de l'impôt lui-même. C'est ce que permet la cellule *B13*, qui est déduite du calcul précédent par la formule `=SI(B12-B13<0;0;B12-B13)`.

Optimisez les simulations

Avec l'exemple développé dans la section précédente, il est très simple de faire des simulations. Il suffit de modifier le montant des revenus et le nombre de parts. Le calcul étant dynamique, vous lirez instantanément la nouvelle valeur de l'impôt. Cependant, si vous souhaitez conserver une trace de chaque essai, vous allez vite trouver ces tests laborieux. Les tables de simulations constituent une réponse idéale à ce genre de problématique.

Faites parler vos formules avec les tables de simulation

Une table de simulation à double entrée renvoie toutes les valeurs possibles d'une formule en faisant varier deux de ses paramètres. Si l'on veut mettre en place une telle

table pour le calcul de l'impôt, il suffit d'entrer verticalement toutes les valeurs de revenus à tester et horizontalement tous les nombres de parts.

Mettre en place la structure de la table de simulation

Dans la plage *H4:H20*, entrez les montants correspondant aux revenus à tester (pour optimiser votre saisie, saisissez les deux premières valeurs et tirez sur la poignée pour créer une série linéaire avec un pas de `5 000`). Faites de même dans la plage *I3:O3* pour le nombre de parts.

En *H3*, entrez la formule à tester. Ici, il suffit de faire référence à la cellule contenant cette formule en tapant `=B14`. Elle renvoie la valeur de *B14*, mais comme ce n'est pas ce qui nous intéresse ici, son résultat a été masqué en appliquant le format de nombre personnalisé `"Impôt"`.

Le principe de cette table de simulation est d'entrer sur une colonne toutes les valeurs que vous souhaitez essayer pour le revenu imposable et sur une ligne, toutes les valeurs que vous souhaitez essayer pour le nombre de parts. Au milieu, vous demandez à Excel de calculer toutes les valeurs d'impôts correspondantes.

Calculer la table de simulation

1 Sélectionnez la plage *H3:O20*.

2 Déroulez *Données>Outils de données>Analyse scénarios* et choisissez *Table de données*.

3 Dans la case *Cellule d'entrée en ligne*, indiquez la cellule du modèle dans laquelle Excel devra entrer toutes les valeurs de la première ligne de la table (ici `$B$9`, le nombre de parts).

4 Dans la case *Cellule d'entrée en colonne*, indiquez la cellule du modèle dans laquelle Excel devra entrer toutes les valeurs de la première colonne de la table (ici `$B$3`, le revenu imposable).

Simulation

Impôt	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
10 000	0	0	0	0	0	0	0
15 000	61	0	0	0	0	0	0
20 000	503	147	0	0	0	0	0
25 000	1 133	473	233	72	0	0	0
30 000	1 763	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0	0
35 000	2 628	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	82
40 000	3 978	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	329
45 000	5 328	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	577
50 000	6 678	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	824
55 000	8 028	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 072
60 000	9 378	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 585
65 000	10 728	7 986	5 244	4 194	3 534	2 874	2 215
70 000	12 078	9 336	6 594	4 824	4 164	3 504	2 845
75 000	13 428	10 686	7 944	5 454	4 794	4 134	3 475
80 000	14 778	12 036	9 294	6 552	5 424	4 764	4 105
85 000	16 400	13 386	10 644	7 902	6 054	5 394	4 735
90 000	18 200	14 736	11 994	9 252	6 684	6 024	5 365

Table de données

Cellule d'entrée en ligne : $B$9

Cellule d'entrée en colonne : $B$3

OK Annuler

Figure 5–30 En demandant le calcul de la table, on entre dans la plage I4:020 la formule matricielle {=TABLE(B9;B3)}.

ASTUCE Améliorer la lecture du tableau

Une mise en forme conditionnelle a été appliquée à la plage *I4:020* pour faciliter la lecture des résultats.

Comment lire les résultats de la table de simulation ?

Par exemple, pour un revenu annuel imposable de `25 000` € et `2 parts`, l'impôt à payer sera de `233` €, sachant que les trois autres points d'entrée du modèle (autres revenus en *B5*, charges déductibles en *B6* et réductions d'impôts en *B3*) restent fixés aux valeurs du modèle actuel.

TECHNIQUE Tables à simple entrée

Excel permet également de travailler avec des tables à simple entrée. Dans ce cas, vous ne testez qu'une variable. En revanche, si plusieurs formules dépendent de cette variable, vous pouvez les tester simultanément. La structure à mettre en place dans ce cas est celle de la figure 5-31.

Formules

Variable	Formule 1	Formule 2	Formule 3
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			

Figure 5–31 Structure à mettre en place pour calculer une table de simulation à simple entrée. Dans ce cas, il ne faut préciser que la cellule d'entrée en colonne.

Valeur cible et solveur : des simulations à rebours

L'outil *Valeur cible* permet de faire en sorte qu'une formule atteigne une certaine valeur en demandant à Excel de modifier l'une de ses constantes. L'outil *Solveur* rend le même genre de service, mais en autorisant la modification simultanée de plusieurs cellules intervenant dans le calcul de la formule et en limitant leur variation par des contraintes.

Utiliser la commande Valeur cible

Toujours à partir du modèle de l'impôt, on souhaite jouer sur le revenu pour que l'impôt soit égal à `900` € (jouer sur le nombre de parts ne paraît pas très réaliste !).

1 Sélectionnez la cellule contenant la formule à optimiser (*B14*).

2 Déroulez *Données>Outils de données>Analyse scénarios* et choisissez *Valeur cible*.

3 Dans la première case, vous devez trouver `B14`, la formule à optimiser.

4 Dans la deuxième case, entrez `900`, la valeur que l'on souhaite voir renvoyer par cette formule.

5 À partir de la troisième case, cliquez en arrière-plan dans *B3* (la cellule à modifier), puis sur *OK*.

Valeur cible lance un processus itératif qui modifie la valeur de la cellule *B3* jusqu'à ce que la formule entrée en *B14* renvoie `900`.

EN PRATIQUE Accepter ou refuser le résultat de la simulation

Excel propose sa solution dans une nouvelle boîte de dialogue. Si vous l'acceptez, les valeurs de votre modèle sont modifiées. Si vous la refusez, vous vous retrouvez avec les valeurs d'origine.

Activer et utiliser la commande Solveur

Le solveur ne fait pas partie de l'installation standard d'Excel. Si vous souhaitez l'utiliser, il faut commencer par l'activer.

Activer le solveur

1. Choisissez *Fichier>Options>Compléments*.
2. Dans le bas de la fenêtre de droite, vérifiez que c'est bien l'intitulé *Compléments Excel* qui est sélectionné dans la liste *Gérer*, puis cliquez sur *Atteindre*.
3. Dans la boîte de dialogue *Macro complémentaire* qui s'affiche, cochez la case *Complément solver* et cliquez sur *OK*.
4. L'installation se fait en quelques secondes et l'onglet *Données* affiche un nouveau groupe, *Analyse*, dans lequel se trouve l'outil *Solveur*.

Paramétrer la simulation à réaliser avec le Solveur

Pour l'utiliser, cliquez sur *Données>Analyse>Solveur*. Remplissez la boîte de dialogue de manière à ce qu'elle reflète les composantes de votre problème et cliquez sur *Résoudre*.

Paramètres du solveur

Objectif à définir : $B$14

À : Max Min Valeur :

Cellules variables :

$B$3;$B$5;$B$6;$B$13

Contraintes :

$B$13 <= 200
$B$3 >= 15000
$B$5 <= 1500
$B$6 <= 5500

Ajouter
Modifier
Supprimer
Rétablir tout
Charger/enregistrer

Rendre les variables sans contrainte non négatives

Sélectionnez une méthode de Simplex PL

Options

Sélectionnez le moteur GRG non linéaire pour des problèmes non linéaires simples de solveur. Sélectionnez le moteur Simplex PL pour les problèmes linéaires, et le moteur Evolutionary pour les problèmes complexes.

Help Résoudre Fermer

Figure 5–32 On cherche à minimiser le résultat de la formule entrée en B14. Pour y parvenir, on autorise le Solveur à modifier les valeurs des cellules B3, B5, B6 et B13, mais dans certaines limites. Ces dernières sont indiquées dans la fenêtre Contraintes.

Pour ajouter une contrainte, cliquez sur *Ajouter* et précisez les données de la contrainte. À gauche de la boîte de dialogue *Ajouter une contrainte*, entrez l'une des cellules variables et, à droite, une valeur numérique qui est là pour limiter son champ de variation.

Sélectionnez la méthode de résolution la mieux adaptée à votre problème et cliquez sur *Options* pour en préciser les paramètres.

Gestionnaire de scénarios : envisagez la vie en noir ou en rose

Dans un modèle de calcul, le gestionnaire de scénarios sert à définir un groupe de cellules variables et à lui attribuer autant de jeux de valeurs que de simulations envisagées.

Mettre en place le premier scénario

Il est toujours judicieux de définir un premier scénario avec les données de départ. À partir du modèle précédent :

1 Déroulez *Données>Outils de données>Analyse scénarios* et choisissez *Gestionnaire de scénarios*.
2 Cliquez sur *Ajouter*.
3 Baptisez ce premier scénario `Origine`.
4 Cliquez dans la case *Cellules variables* et, en arrière-plan, dans les cellules *B3*, *B5*, *B6*, *B9* et *B13* en pressant la touche *Ctrl*.
5 Dans la case *Commentaire*, entrez un texte définissant au mieux le scénario.
6 Les cases *Protection* paramètrent le comportement du scénario en cas de protection de la feuille. Cochez les cases qui correspondent à vos souhaits.

Définir plusieurs scénarios

Une fois le premier jeu des valeurs d'origine validé, définissez le nombre de scénarios souhaité. Pour chacun, il suffit de modifier le nom et le jeu de valeurs.

ASTUCE Accès direct aux scénarios

Pour bénéficier d'un accès direct à la liste des scénarios, chargez la commande *Scénario* dans le ruban (consultez le chapitre 2 pour apprendre à le personnaliser). Une fois la liste des scénarios disponible à partir du ruban, sélectionnez le nom de l'un d'eux dans la liste pour appliquer ses valeurs.

Des listes déroulantes pour guider les simulations

Dans vos modèles de calcul, vous pouvez limiter les variations de certaines variables à un ensemble de valeurs présentées dans une liste. Excel propose trois méthodes pour afficher des listes : la commande *Validation des données*, les *contrôles de formulaires* et les *contrôles ActiveX*.

PERSONNALISATION Afficher l'onglet Développeur

Pour disposer des *contrôles de formulaires* et des *contrôles ActiveX,* vous devez avoir accès à l'onglet *Développeur*. Consultez le chapitre 2 pour savoir comment afficher cet onglet.

Choisir un code dans une liste de produits

Un tableau rassemble la liste des produits commercialisés par une entreprise. Ces produits sont identifiés par des codes (`A100`, `A110`, `A120`, etc.). La plage de cellules qui les contient

a été nommée `Codes`.

Mettre la liste en place avec la commande Validation des données

C'est sans doute la méthode la plus simple mise à votre disposition pour afficher une liste.

1 Sélectionnez la cellule dans laquelle vous souhaitez voir apparaître la liste.

2 Déroulez *Données>Outils de données>Validation des données* et choisissez *Validation des données*.

3 Dans la liste *Autoriser* de l'onglet *Options*, sélectionnez *Liste*.

4 Cliquez dans la case *Source*, pressez la touche *F3* ou *FN+F3* et sélectionnez *Codes*.

5 Cliquez sur *OK*. Une flèche apparaît à droite de votre cellule. Déroulez la liste qui lui est attachée et choisissez le code de l'article qui vous intéresse.

Mettre la liste en place avec les contrôles de formulaires

1 Déroulez *Développeur>Contrôles>Insérer* et choisissez *Zone de liste déroulante* dans la section *Contrôles de formulaire*.

2 Cliquez-glissez sur la feuille pour tracer le contrôle.

3 Cliquez droit sur l'objet que vous venez d'insérer et choisissez *Format de contrôle*.

4 Dans l'onglet *Contrôle*, cliquez dans la case *Plage d'entrée* et saisissez `Codes`.

5 Cliquez ensuite dans la case *Cellule liée* et, en arrière-plan, dans la cellule chargée de recueillir le choix effectué dans la liste déroulante (dans notre exemple, il s'agit de la cellule *F9*).

6 Désélectionnez la liste et utilisez sa flèche pour faire votre choix. La position de l'élément choisi apparaît dans la cellule *F9*.

ASTUCE Tirer le meilleur parti de vos listes

Un choix effectué dans une liste se matérialise soit par la valeur sélectionnée, soit par sa position dans la liste. Utilisez les fonctions *RECHERCHEV*, *EQUIV* et *INDEX* (présentées dans ce chapitre) pour renvoyer une autre valeur située sur la même colonne ou la même ligne que l'élément choisi.

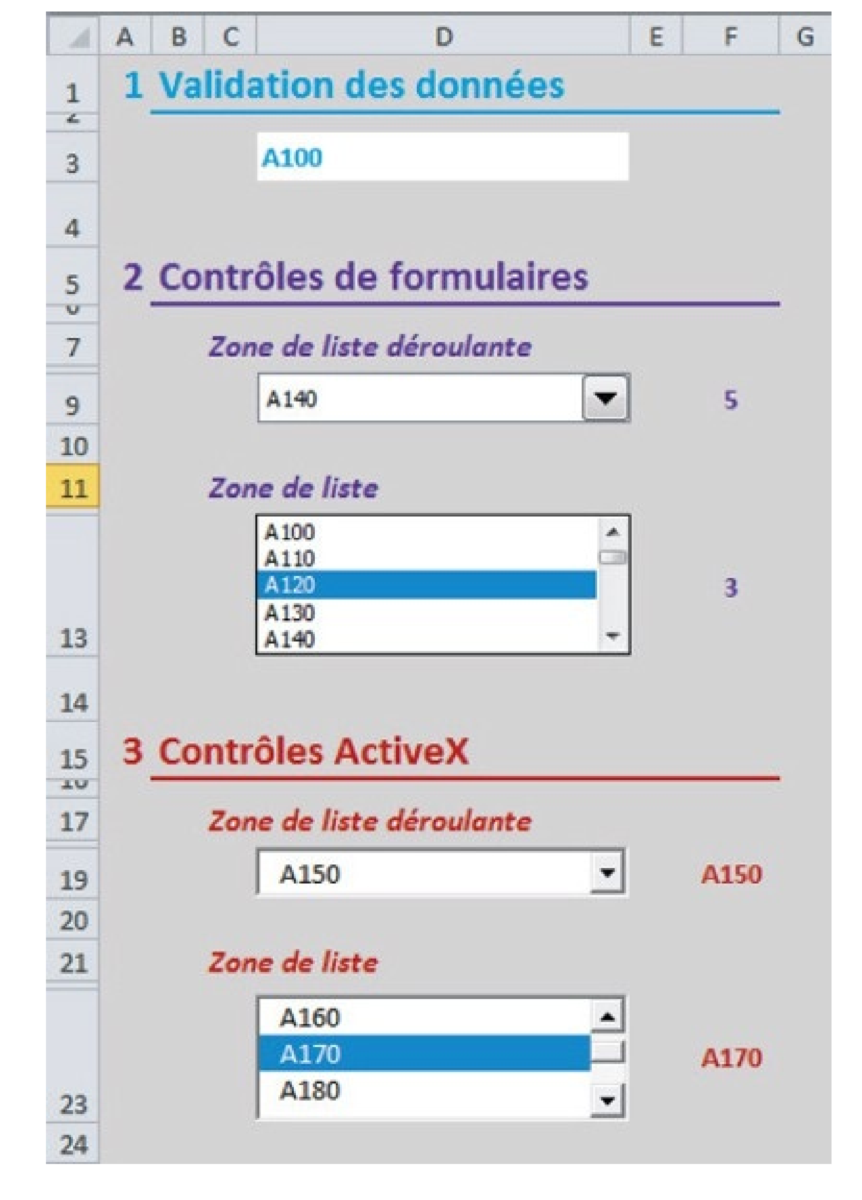


Figure 5–33 Cette figure résume les diverses possibilités dont vous disposez pour afficher une liste sur une feuille de calcul.

PRATIQUE Créer une zone de liste

À l'étape 1, vous pouvez choisir *Zone de liste*. Dans ce cas, l'objet affiché est légèrement différent, mais sa mise en place et son paramétrage sont comparables.

Mettre la liste en place avec les contrôles ActiveX

TECHNIQUE Les contrôles ActiveX

Il s'agit d'objets utilisés pour construire des applications essentiellement destinées à être utilisées sur Internet via les navigateurs web. La plupart du temps, ce sont des boutons de commande, de zones de listes et de boîtes de dialogue. Programmables, ces objets sont susceptibles d'être désactivés lorsque la source du fichier qui les supporte est soupçonnée d'être malveillante.

CONSEIL Nommer les cellules liées

Pour faciliter le paramétrage des *contrôles ActiveX*, nous vous conseillons de nommer les cellules chargées de recevoir les choix effectués dans la liste. Dans notre exemple, nous avons nommé `Choix1` la cellule *F19* et `Choix2` la cellule *F23*.

1 Déroulez *Développeur>Contrôles>Insérer* et choisissez *Zone de liste déroulante* dans la section *Contrôles ActiveX*.

2 Cliquez-glissez sur la feuille pour tracer le contrôle (vous remarquerez que le bouton *Mode création* s'est automatiquement activé).

3 Cliquez sur *Développeur>Contrôles>Propriétés*. La longue liste des propriétés de la liste déroulante apparaît. Contentez-vous de préciser deux d'entre elles : *Linked-Cell* et *ListFillRange*.

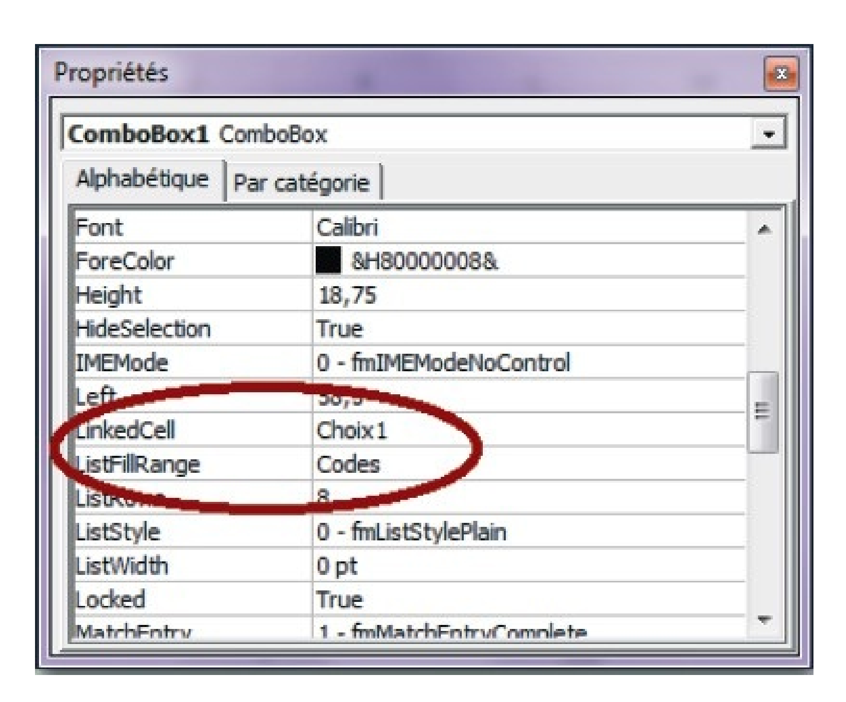


Figure 5–34 *À* travers ses 49 propriétés, vous orientez le comportement du contrôle que vous venez de créer. Dans cet exemple, nous nous sommes contentés d'indiquer la plage contenant les données à afficher dans la liste (Codes), ainsi que la cellule chargée de récupérer le choix effectué par l'utilisateur (Choix1).

4 Cliquez sur la croix de fermeture afin de faire disparaître la fenêtre des propriétés. Cliquez à l'extérieur de la liste et sur *Développeur>Contrôles>Mode création* pour désélectionner ce mode.

5 La liste est maintenant prête à l'emploi.

PRATIQUE Créer une zone de liste

À l'étape 1, vous pouvez choisir *Zone de liste*. Dans ce cas, l'objet affiché est légèrement différent, mais sa mise en place et son paramétrage sont comparables.

Du côté des financiers

6

La finance envahit peu à peu nos vies et notre société… il en est de même avec Excel, qui, à la faveur de chaque nouvelle version, étoffe son offre en matière de fonctions financières.



SOMMAIRE

- Investissement à taux et flux constant
- Emprunt et échéancier
- Série de cash-flows
- Emprunts obligataires
- Amortissements

MOTS-CLÉS

- Amortissement
- Cash-flow
- Conversion
- Coupon
- Dégressif
- Échéancier
- Emprunt

- Finance
- Flux
- Linéaire
- Obligation
- Période
- Remboursement
- Rendement
- Taux
- Valeur actuelle
- Valeur capitalisée

Les 55 fonctions financières proposées par Excel ne revêtent pas toutes la même importance. En effet, quelques-unes répondent à des problématiques universelles comme les remboursements d'emprunt et sont faciles à mettre en œuvre. En revanche, d'autres, comme certains calculs d'amortissements, reflètent la culture du pays concepteur à travers ses pratiques fiscales et ne présentent aucun intérêt sous nos latitudes.

Domaines couverts par les fonctions financières

Les 55 fonctions financières d'Excel offrent des outils utilisables dans trois domaines : les instruments financiers (actions, obligations), les emprunts à annuité constante et les amortissements.

- Les fonctions applicables à un instrument financier permettent de calculer sa rentabilité et son prix en fonction de son échéance et de son taux de rémunération.
- Les fonctions relatives à un emprunt facilitent la construction de son échéancier de remboursement.
- Les fonctions relatives aux amortissements utilisent diverses règles de calcul visant à amortir un bien, plus ou moins vite, et de manière plus ou moins dégressive.

Connaître les instruments financiers

Un instrument financier est un titre émis par un agent économique qui confère à son détenteur des droits particuliers. On distingue les actions (qui, outre leur droit monétaire, donnent un droit de regard sur la gestion), les titres de créance (obligations, OAT), les parts d'OPCVM (SICAV, FCP) et enfin les instruments financiers à terme et les options qui servent à acheter ou vendre les précédents. Un instrument financier représente le droit qu'a son propriétaire de recevoir des flux de trésorerie futurs. Sa rentabilité est le rapport entre tous les flux reçus par l'investisseur (incluant la plus-value ou la moins-value en fin de période) et son investissement initial.

SIGNES Sens des flux

Un des fondements de la finance est de gérer des flux opposés. Quand vous investissez, un flux financier part de chez vous ; lorsque vous récupérez le fruit de votre investissement, un flux financier arrive chez vous. Si vous souscrivez un emprunt, c'est l'inverse. Le montant de l'emprunt commence par arriver chez vous, puis les remboursements périodiques partent de chez vous. Pour les distinguer, utilisez simplement des signes opposés lorsque vous entrez les arguments des fonctions.

Comprendre le rapport entre taux et temps

Un instrument financier donne droit à une série de flux futurs. Ces derniers dépendent en partie de l'état du monde et donc, d'une manière générale, de l'incertitude du lendemain. Le temps qui passe justifie la différence entre la valeur actuelle et la valeur future. Le flux que l'on reçoit demain avec certitude doit être actualisé. Tout revenu futur vaut moins qu'un revenu de même montant perçu aujourd'hui. Le taux est la rémunération que l'on estime correcte pour compenser le fait de ne pas jouir de ses liquidités aujourd'hui.

TECHNIQUE Les intérêts composés

Le temps qui passe permet la multiplication du capital par le jeu de la capitalisation. Les intérêts composés désignent un mode de calcul où les gains sur une période sont réinvestis pour produire des intérêts qui s'ajoutent aux premiers à la période suivante. Ainsi, une somme placée à un taux d'intérêt de `3 %` et réinvestie chaque année, double en 24 ans. Placée à `15 %`, la somme double en moins de 5 ans.

Investissements à taux d'intérêt et remboursements constants

Les cinq fonctions d'Excel qui couvrent ce domaine d'application sont toutes reliées entre elles par une équation. Ainsi, chacune sert alternativement d'argument aux quatre autres.

L'équation reliant cinq fonctions financières

Les fonctions abordées dans cette section sont : *VA(*`taux;npm;vpm;vc;type`*)*, *VC(*`taux;npm;vpm;va;type`*)*, *VPM(*`taux;npm;va;vc;type`*)*, *NPM(*`taux;vpm;va;vc;type`*)* et *TAUX(*`npm;vpm;va;vc;type;estimation`*)*. En plus des cinq arguments `va`, `vc`, `vpm`, `npm` et `taux`, chaque fonction dispose de l'argument `type`. Si vous attribuez la valeur `0` à ce dernier, vous indiquez que les flux ont lieu en fin de période. En lui donnant la valeur `1`, vous signifiez qu'ils ont lieu en début de période.

$$Va * (1 + Taux)^{Npm} + Vpm * (1 + Taux * type) * \left(\frac{(1 + Taux)^{Npm} - 1}{Taux} \right) + vc = 0$$

Figure 6–1 Cette équation met en relation les cinq fonctions VA, TAUX, VPM, NPM et VC. Si Taux = 0, l'équation se réduit à Vpm * Npm + Va + Vc = 0.

Les cinq fonctions de l'équation en pratique

Les fonctions présentées dans cette section répondent à des questions du type : « On me propose d'investir `100` € aujourd'hui et de me reverser, en rémunération de cet investissement, `25` € pendant cinq ans. À quel taux d'intérêt correspond cet investissement ? ». La figure 6-2 présente dix cas pratiques d'application de ces cinq fonctions (deux cas par fonction). Les questions auxquelles répondent ces cas pratiques

sont mentionnées dans le tableau suivant.

	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2		VA		TAUX		VPM		NPM		VC	
4	Syntaxe gauche	=VA(D9;D10;D11;;D13)		=TAUX(F10;F11;F8;;F13;F14)		=VPM(H9;H10;H8;;H13)		=NPM(J9;J11;J8;;J13)		=VC(L9;L10;L11;;L13)	
5	Syntaxe droite	=VA(E9;E10;;E12;E13)		=TAUX(G10;G11;;G12;G13;G14)		=VPM(I9;I10;;I12;I13)		=NPM(K9;K11;;K12;K13)		=VC(M9;M10;;M8;M13)	
7	Arguments										
8	Va			-1 500,00		-1 500,00		-1 500,00			-1 500,00
9	Taux	5%	5%			5%	5%	5%	5%	5%	5%
10	Npm	3	3	3	3	3	3			3	3
11	Vpm	550,81		550,81	-550,81			550,81	-550,81	-550,81	
12	Vc		1 736,44		1 736,44		1 736,44		1 736,44		
13	Type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Estimation			5%	5%						
16	Résultat	-1 500,00	-1 500,00	5,00%	5,00%	550,81	-550,81	3,00	3,00	1 736,44	1 736,44
18		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figure 6–2 Mise en œuvre des fonctions VA, VC, TAUX, NPM et VPM à travers dix cas pratiques. Le numéro qui figure au bas de chacune des colonnes se rapporte aux explications fournies dans le tableau.

Tableau 6–1 Investissements à taux d'intérêt et remboursements constants

Fonction	Description
VA	(1) - Le taux d'intérêt du marché étant de 5 %, si on me promet le versement de 550,81 € par an pendant trois ans, le montant « acceptable » à investir aujourd'hui est de 1 500 €. Vous pouvez donc en déduire que si l'on vous demande d'investir aujourd'hui davantage, le rendement de l'investissement proposé est inférieur au taux d'intérêt du marché. (2) - Le taux d'intérêt du marché étant de 5 %, si on me promet le versement de 1 736,44 € dans trois ans, le montant « acceptable » à investir aujourd'hui est de 1 500 €.
TAUX	(3) - On me propose de payer aujourd'hui 1 500 € et, en contrepartie, de me verser 550,81 € par an pendant trois ans. Le rendement de cet investissement est de 5 %. Vous pouvez donc en déduire que si le taux actuel du marché est inférieur, cet investissement est intéressant. (4) - On me propose de payer 550,81 € pendant trois ans et, en contrepartie, de me verser 1 736,44 € au bout des trois ans. Le rendement de cet investissement est de 5 %. La fonction *TAUX* utilise un argument optionnel, estimation. La plupart du temps, vous n'avez pas besoin de le préciser, mais le mode de résolution de cette fonction étant basé sur des calculs itératifs, Excel peut, dans certains cas, partir dans des séries divergentes et échouer. Dans ce cas, la fonction renvoie une valeur d'erreur. Pour l'aider à trouver le résultat correct, vous pouvez préciser ce sixième argument, en donnant un taux de départ qui vous semble proche du résultat recherché. Le simple fait d'engager ses calculs itératifs à partir d'une nouvelle valeur suffit parfois à ce que la fonction *TAUX* réussisse à trouver le résultat correct.
	(5) - On me propose de payer aujourd'hui 1 500 € et, en contrepartie, de me verser une certaine somme tous les ans, pendant trois ans. Sachant que le taux d'intérêt du marché est de

VPM	5 %, quelle est la somme « acceptable » à laquelle je peux m'attendre ? Le résultat de la fonction *VPM* est 550,81 €. Vous pouvez donc en déduire que si la rémunération que l'on vous propose est supérieure, cet investissement est intéressant. (6) - On me promet le versement dans trois ans de 1 736,44 €, en échange d'une certaine somme que je devrai payer pendant ces trois ans. Sachant que le taux d'intérêt du marché est de 5 %, quelle est la somme « acceptable » à laquelle je peux m'attendre ? Le résultat de la fonction *VPM* est -550,81 €.
NPM	(7) - On me propose de payer aujourd'hui 1 500 € et, en contrepartie, de me verser 550,81 € tous les ans. Sachant que le taux d'intérêt du marché est de 5 %, pendant combien d'années suis-je en droit d'attendre le versement de cette somme ? Le résultat de la fonction *NPM* est 3 ans. Vous pouvez donc en déduire que si la durée de l'investissement proposé est supérieure, ce dernier est intéressant. (8) - On me propose de payer 550,81 € tous les ans et, en contrepartie, de me verser à la fin 1 736,44 €. Sachant que le taux d'intérêt du marché est de 5 %, au bout de combien de temps suis-je en droit d'attendre le versement de cette somme ? Le résultat de la fonction *NPM* est 3 ans.
VC	(9) - Le taux d'intérêt du marché étant de 5 %, on me propose de payer 550,81 € par an pendant trois ans. Combien puis-je espérer recevoir au bout de ces trois ans ? Le résultat de la fonction *VC* est 1 736,44 €. Vous pouvez donc en déduire que si l'on vous promet un remboursement final moindre, le rendement de l'investissement proposé est inférieur au taux d'intérêt du marché. (10) - Le taux d'intérêt du marché étant de 5 %, on me propose de verser aujourd'hui 1 500 €. Combien puis-je espérer recevoir au bout de trois ans ? Le résultat de la fonction *VC* est 1 736,44 €.

EN PRATIQUE Remboursements d'emprunts

Les fonctions *VPM* et *NPM* sont davantage utilisées pour construire des échéanciers de remboursements d'emprunts à mensualités constantes. La fonction *VPM* indique à quelle mensualité s'attendre en connaissant le montant de l'emprunt, son taux et sa durée, alors que la fonction *NPM* répond à la question « jusqu'à quel mois vais-je devoir rembourser l'emprunt dont je connais le montant, le taux d'intérêt et la mensualité ? ».

Taux et durée d'un investissement

Excel 2013 propose deux nouvelles fonctions, *PDUREE* et *TAUX.INT.EQUIV*. Elles renvoient les mêmes résultats que les fonctions *NPM* et *TAUX* évoquées plus haut, mais pour lesquelles les arguments *vpm* et *Type* seraient systématiquement tous deux égaux à 0.

	PDUREE	TAUX.INT.EQUIV
Syntaxe gauche	=PDUREE(D10;D7;D8)	=TAUX.INT.EQUIV (E11:E7:E8)
Arguments		
Va	500,00	500,00
Vc	700,00	700,00
Taux	10%	
Durée		3,53
Résultat	3,53	10,00%

$$Durée = \frac{LN\left(\frac{VC}{VA}\right)}{LN\ (1+Taux)}$$

$$Taux = \left(\frac{VC}{VA}\right)^{\left(\frac{1}{durée}\right)} - 1$$

31/12/2009	500,00	
31/12/2010	50,00	1,00 an
31/12/2011	55,00	2,00 ans
31/12/2012	60,00	3,00 ans
12/07/2013	35,00	3,53 an
	700,00	

Figure 6–3 Nouveauté Excel 2013. Mise en œuvre des fonctions PDUREE et TAUX.INT.EQUIV. Le petit tableau qui jouxte le tableau principal montre le fonctionnement des intérêts composés. Le 31/12/2011, le taux d'intérêt (10 %) est appliqué à la nouvelle base 500 + 50 = 550 €, soit, en effet, 55 € d'intérêts pour cette nouvelle période.

Tableau 6–2 Investissements à taux d'intérêt constant

PDUREE	On me propose de payer `500` € aujourd'hui et, en contrepartie, de me verser dans le futur `700` €. Sachant que le taux d'intérêt du marché est de `10 %`, les `700` € doivent être versés dans un peu plus de trois ans et demi. Si l'on me propose de me rembourser plus tard, le placement n'est pas intéressant.
TAUX.INT.EQUIV	On me propose de payer `500` € aujourd'hui et, en contrepartie, de me verser `700` € au bout d'un peu plus de trois ans et demi. Le rendement de cet investissement est de `10 %`. Si le taux d'intérêt du marché est inférieur, ce placement est intéressant.

Emprunts et échéanciers

Pour les particuliers, les emprunts accordés par les banques sont pour la plupart à mensualités constantes. Tous les mois, vous remboursez le même montant, mais ce dernier est l'alliance de deux entités qui, elles, varient chaque mois : les intérêts et le principal.

APPROFONDIR Comprendre l'échéancier

On l'a vu dans la section précédente, c'est la fonction *VPM* qui indique le montant de la mensualité constante pour le remboursement d'un emprunt. Dans l'échéancier, on utilise également la fonction *PRINCPER* qui calcule le montant du principal à rembourser à chaque période et la fonction *INTPER* qui calcule le montant des intérêts de chaque période. Dans les premières lignes du tableau, vous payez beaucoup d'intérêts et remboursez peu de principal. En revanche, à la fin, vous ne payez pratiquement plus d'intérêts, mais remboursez une grande part du principal.

$$\text{Mensualité constante} = \text{Va} * \text{Taux} * \left(\frac{(1+\text{Taux})^{\text{Npm}}}{1-(1+\text{Taux})^{\text{Npm}}} \right)$$

$$\text{Portion du principal à rembourser à la période p} = \frac{\text{Total du principal restant à rembourser} * \text{Taux}}{1-(1+\text{Taux})^{(\text{Npm}-\text{p}+1)}}$$

$$\text{Taux d'intérêt par période} = (1+\text{Taux annuel})^{(1/\text{fréquence})} - 1$$

Figure 6-4 Si vous ne disposiez pas des fonctions Excel, vous pourriez les construire vous-même. La première formule renvoie la même valeur que la fonction VPM. La deuxième est équivalente à PRINCPER. La troisième trouve, à partir du taux annuel, le taux mensuel ou trimestriel à appliquer au calcul des intérêts pour chaque période.

Échéancier d'un emprunt

Un échéancier donne, période par période, le montant du principal et des intérêts à rembourser.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	*Taux annuel*		5,00%			*Taux Trimestriel*	1,23%				
4	*Durée en années*		2			*Durée en trimestres*	8				
6	Période	Nb périodes restantes	Principal restant à rembourser	Intérêts de la période	Intérêts (Formule)	Principal de la période	Principal (Formule)	Mensualité	Mensualité (Formule)	VPM	ISPMT
7	1	8	100 000,00	1 227,22	1 227,22	11 972,91	11 972,91	13 200,14	13 200,14	13 200,14	1 227,22
8	2	7	88 027,09	1 080,29	1 080,29	12 119,85	12 119,85	13 200,14	13 200,14	13 200,14	1 073,82
9	3	6	75 907,24	931,55	931,55	12 268,58	12 268,58	13 200,14	13 200,14	13 200,14	920,42
10	4	5	63 638,66	780,99	780,99	12 419,15	12 419,15	13 200,14	13 200,14	13 200,14	767,01
11	5	4	51 219,51	628,58	628,58	12 571,56	12 571,56	13 200,14	13 200,14	13 200,14	613,61
12	6	3	38 647,95	474,30	474,30	12 725,84	12 725,84	13 200,14	13 200,14	13 200,14	460,21
13	7	2	25 922,12	318,12	318,12	12 882,01	12 882,01	13 200,14	13 200,14	13 200,14	306,81
14	8	1	13 040,10	160,03	160,03	13 040,10	13 040,10	13 200,14	13 200,14	13 200,14	153,40

Figure 6-5 Dans cet échéancier, on a nommé Taux la cellule G2 et Périodes la cellule G4.

Le montant de l'emprunt a été directement saisi en *C7*, le taux annuel (`5 %`) en *C2* et la durée (`2 ans`) en *C4*. Le remboursement de cet emprunt se fait trimestre par trimestre. Pour que toutes les données soient homogènes, il faut ramener le taux annuel à un taux trimestriel et le nombre d'années à un nombre de trimestres. C'est pourquoi la cellule *G2* contient la formule `=(1+C2)^(1/4)-1` (voir la figure 6-4 pour le détail) et la cellule *G4* la formule `=C4*4`.

Les deux premières colonnes sont consacrées aux périodes. Un remboursement trimestriel

sur deux ans implique huit remboursements, donc huit périodes. La première est identifiée par le numéro `1`, la deuxième par le numéro `2` et ainsi de suite.

Tableau 6–3 Emprunts et échéanciers

Fonction	Description
PRINCPER	Cette fonction renvoie le montant du principal pour une période donnée. La formule entrée en *F7* est `=-PRINCPER(Taux;A7;Périodes;$C$7;;0)`. Cette formule a été recopiée dans la colonne. Le deuxième argument est laissé en référence relative de manière à désigner sur chaque nouvelle ligne la période suivante. À titre de curiosité, on a entré dans la colonne suivante une formule « manuelle » qui est censée faire le même calcul. On trouve donc en *G7* la formule `=-C7*Taux/(1-(1+Taux)^B7)` (voir la figure 6-4 pour le détail). Cette dernière a été recopiée dans la colonne. En *C8*, il suffit d'entrer la formule *=C7-F7* pour obtenir, sur chaque ligne, le reste du principal à rembourser.
INTPER	Cette fonction renvoie le montant des intérêts pour une période donnée. La formule entrée en *D7* est `=-INTPER(Taux;A7;Périodes;$C$7;;0)`. Cette formule a été recopiée dans la colonne. Le deuxième argument est laissé en référence relative de manière à désigner, sur chaque nouvelle ligne, la période suivante. À titre de curiosité, on a entré dans la colonne suivante une formule « manuelle » qui est censée faire le même calcul. On trouve donc en *E7* la formule `=C7*Taux`. Cette dernière a été recopiée dans la colonne.
VPM	Cette fonction calcule le montant de la trimestrialité constante. La formule entrée en *J7* est donc `=-VPM(Taux;Périodes ;$C$ 7;;0)`. Cette dernière a été recopiée dans la colonne. Pour vérifier que les intérêts et le principal d'une même ligne reconstituent bien la valeur constante de remboursement, on a entré en *H7* la formule `=D7+F7`. Enfin, toujours à titre de curiosité, on a entré en *I7* la formule : `= -$C$7*Taux*(1+Taux)^Périodes/(1-(1+Taux)^Périodes)` (voir la figure 6-4 pour le détail).
ISPMT	Cette fonction a été conservée pour assurer une compatibilité avec Lotus. On trouve en *K7* la formule `=ISPMT(Taux;A7-1;Périodes;-$C$7)`. Elle est censée calculer le taux d'intérêt de la période, mais on constate, en comparant les colonnes *D* et *K*, qu'il y a sans doute de légères différences dans les algorithmes de calcul, puisque les valeurs des deux colonnes ne sont pas strictement identiques.

Échéancier d'un emprunt avec cumuls

On a dupliqué le modèle présenté à la figure 6-5. Certaines colonnes ont été supprimées et

d'autres ajoutées pour présenter les résultats cumulés.

Tableau 6–4 Échéancier avec cumul

Fonction	**Description**
CUMUL.INTER	La formule `=-CUMUL.INTER(Taux;Périodes;$B$9;$A$9;A9;0)` a été entrée en *D9*, puis recopiée dans la colonne. On peut vérifier que le dernier cumul obtenu en *D16* correspond bien au total des intérêts calculé en *C6*.
CUMUL.PRINCPER	La formule `=-CUMUL.PRINCPER(Taux;Périodes;$B$9;$A$9;A9;0)` a été entrée en *F9*, puis recopiée dans la colonne. On peut vérifier que le dernier cumul obtenu en *F16* correspond bien au total du principal remboursé (le montant de l'emprunt) calculé en *E6*.

	A	B	C	D	E	F	G
2		*Taux annuel*	5,00%			*Taux Trimestriel*	1,23%
4		*Durée en années*	2			*Durée en trimestres*	8
6		*Totaux*	5 601,08		100 000,00		
8	Pé-riode	Principal restant à rembourser	Intérêts de la période	Cumul intérêts	Principal de la période	Cumul principal	Mensualité
9	1	100 000,00	1 227,22	1 227,22	11 972,91	11 972,91	13 200,14
10	2	88 027,09	1 080,29	2 307,51	12 119,85	24 092,76	13 200,14
11	3	75 907,24	931,55	3 239,06	12 268,58	36 361,34	13 200,14
12	4	63 638,66	780,99	4 020,05	12 419,15	48 780,49	13 200,14
13	5	51 219,51	628,58	4 648,63	12 571,56	61 352,05	13 200,14
14	6	38 647,95	474,30	5 122,93	12 725,84	74 077,88	13 200,14
15	7	25 922,12	318,12	5 441,05	12 882,01	86 959,90	13 200,14
16	8	13 040,10	160,03	5 601,08	13 040,10	100 000,00	13 200,14

Figure 6–6 Deux fonctions complémentaires fournissent le cumul des intérêts et du principal remboursé tout au long de la vie de l'emprunt. Elles ont été entrées en colonnes D et F.

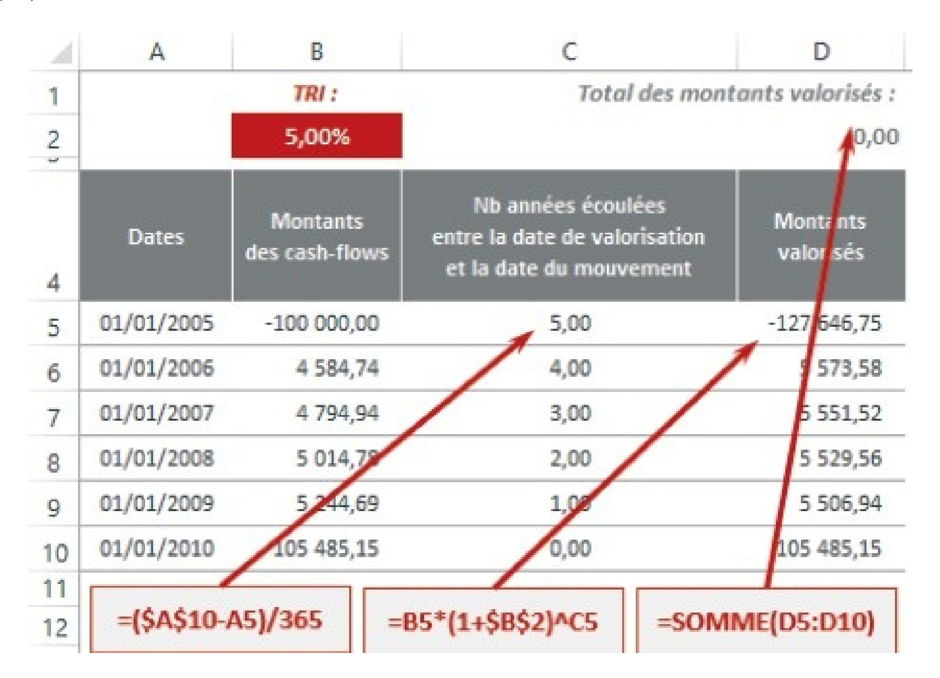
Calculs de rentabilité sur des séries de cash-flows

Les *cash-flows* (ou mouvements financiers) liés à un investissement ne sont pas toujours réguliers et uniformes. Certains calculs de rentabilité doivent tenir compte de l'intégralité des flux financiers (investissements, dividendes, remboursements, mais aussi frais de gestion, etc.). Dans ce cas, il est bien évident que les fonctions présentées dans la première section de ce chapitre sont inadaptées car il faut utiliser des algorithmes capables d'intégrer des listes de flux accompagnées de leurs dates et de leurs montants. En matière de calcul de rentabilité, l'un des indicateurs les plus utilisés est le *TRI*.

Taux de rentabilité interne (TRI)

Le *TRI* (*Taux de Rentabilité Interne*) est la valeur qui ramène à zéro la somme de tous les flux

valorisés à la date du calcul (a priori celle du dernier flux, qui correspond souvent à la sortie totale de l'investissement). Dans l'exemple de la figure 6-7, on a le montant des flux en colonne *B* et les dates qui leur correspondent en colonne *A*. Dans une troisième colonne (*C*), on calcule le temps écoulé entre la date de valorisation (date du dernier mouvement, `01/01/2010`) et la date du mouvement. Ce calcul est fait en années puisque l'on cherche un taux annuel. Enfin, dans une quatrième colonne (*D*), on calcule les montants valorisés au `01/01/2010`.



	A	B	C	D
1		TRI :		Total des montants valorisés :
2		5,00%		0,00
4	Dates	Montants des cash-flows	Nb années écoulées entre la date de valorisation et la date du mouvement	Montants valorisés
5	01/01/2005	-100 000,00	5,00	-127 646,75
6	01/01/2006	4 584,74	4,00	5 573,58
7	01/01/2007	4 794,94	3,00	5 551,52
8	01/01/2008	5 014,78	2,00	5 529,56
9	01/01/2009	5 244,69	1,00	5 506,94
10	01/01/2010	105 485,15	0,00	105 485,15
11				
12	=($A$10-A5)/365		=B5*(1+$B$2)^C5	=SOMME(D5:D10)

Figure 6–7 Calcul de TRI mariant formules et valeur cible.

À travers la mise en œuvre de cet exemple, on illustre parfaitement la définition du *TRI* (taux qui ramène à zéro la somme de tous les mouvements valorisés). En *D2*, on a entré la somme des mouvements valorisés. Ensuite, on a utilisé l'outil *Valeur cible* et demandé de modifier la cellule *B2* de manière à ramener à `0` la somme entrée en *D2*.

Calculs de rentabilité avec des cash-flows survenant à des périodes régulières

Les fonctions *TRI*, *VAN* et *TRIM* présentées dans cette section réalisent des calculs de rentabilité à partir de listes de flux. Pour qu'elles donnent des résultats cohérents, les flux doivent survenir à des périodes régulières. En revanche, les montants des flux, eux, peuvent varier.

EN PRATIQUE Sens des flux

Dans une liste de flux, il faut pouvoir distinguer les mouvements d'investissements des retours sur investissement. On y parvient en attribuant des valeurs négatives aux premiers et des valeurs positives aux seconds.

La liste proposée dans l'exemple de la figure 6-8 doit être interprétée ainsi : on investit `100 000` € à la fin de la première période et on récupère les cinq *cash-flows* de la liste à la

fin de chacune des périodes suivantes.

	A	B	C	D	E	F
1	Dates	Montants des cash-flows		Calculs		
2	01/01/2005	-100 000,00				
3	01/01/2006	4 584,74				
4	01/01/2007	4 794,94				
5	01/01/2008	5 014,78				
6	01/01/2009	5 244,69		TRI	5,00%	
7	01/01/2010	105 485,15		VAN	100 000,00	

Figure 6–8 À partir d'une liste de flux tous différents, mais survenus à des dates régulières, on a utilisé les fonctions TRI et VAN.

Tableau 6–5 Calcul de rentabilité à partir de flux survenus à des périodes régulières

Fonction	**Description**
TRI	Dans la figure 6-8, la fonction *TRI* (qui, comme son nom l'indique, renvoie le *TRI*) est entrée dans la cellule *E6* : `=TRI(B2:B7;0,04)`. Le premier argument (obligatoire) est la plage contenant les flux. Le second est facultatif et n'a besoin d'être précisé que si Excel « a du mal » à trouver un résultat. Cette fonction ne peut être utilisée que si tous les flux surviennent à des périodes régulières. La fonction *TRI* utilise un argument optionnel, estimation. La plupart du temps, vous n'avez pas besoin de le préciser, mais le mode de résolution de cette fonction étant basé sur des calculs itératifs, Excel peut, dans certains cas, partir dans des séries divergentes et échouer. Dans ce cas, la fonction renvoie une valeur d'erreur. Pour l'aider à trouver le résultat correct, vous pouvez préciser ce deuxième argument, en donnant un taux de départ qui vous semble proche du résultat recherché. Le simple fait d'engager ses calculs itératifs à partir d'une nouvelle valeur suffit parfois à ce que la fonction *TRI* réussisse à trouver le résultat correct.
VAN	En fonction du taux d'actualisation d'une période, cette fonction renvoie la *VAN* (*Valeur Actuelle Nette*) d'un investissement. Pour l'établir, elle se fonde sur la liste des flux qu'il a engendrés. Ils doivent tous avoir eu lieu à des périodes régulières. Dans la figure 6-8, la fonction *VAN* est entrée dans la cellule *E7* : `=VAN(E6;B3:B7)`. Le premier argument (obligatoire) est le taux d'actualisation de la période couverte par l'investissement (le *TRI* que l'on est en droit d'attendre pour tout investissement réalisé sur cette période) et le deuxième (obligatoire) est la plage contenant les flux.

Si l'investissement étudié fait intervenir un emprunt, il faut intégrer au calcul de rentabilité le coût de ce dernier. La fonction *TRIM* présentée figure 6-9 remplit cet office.

	A	B	C	D
1	Dates	Montants des cash-flows	Cash-flows positifs	Cash-flows négatifs
2	01/01/2005	-100 000,00	0,00	-100 000,00
3	01/01/2006	4 584,74	4 584,74	0,00
4	01/01/2007	4 794,94	4 794,94	0,00
5	01/01/2008	-5 014,78	0,00	-5 014,78
6	01/01/2009	-5 244,69	0,00	-5 244,69
7	01/01/2010	105 485,15	105 485,15	0,00
9		*Nombre de périodes (P)*	6	6
11		*Taux de placement (TxP)*	7,00%	
12		*Taux d'emprunt (TxE)*		3,00%
14		*VAN Cash-Flows positifs au taux TxP*	78 207,80	
15		*VAN Cash-Flows négatifs au TxE*		-106 067,06
17		***TRIM***	**1,4441%**	

$$\left(\frac{-\text{VAN des valeurs positives au Taux TxP} * (1+\text{TxP})^{P}}{\text{VAN des valeurs négatives au Taux TxE} * (1+\text{TxE})} \right)^{\frac{1}{P-1}} - 1$$

Figure 6–9 La fonction TRIM est entrée dans la cellule C17. Tout en bas, on trouve la syntaxe de la formule de calcul appliquée par Excel pour renvoyer son résultat.

Tableau 6–6 Calcul de rentabilité à partir de flux survenus à des périodes régulières

Fonction	Description
TRIM	Cette fonction sert également à calculer un taux de rentabilité à partir de l'analyse des flux induits par un investissement, mais en tenant compte d'un taux d'emprunt qui affecte les flux négatifs et d'un taux de placement qui affecte les flux positifs. Dans la figure 6-9, la cellule *C17* contient la formule `=TRIM(B2:B7;D12;C11)`. Tout le reste n'est là que pour vérifier la mise en œuvre de cette dernière. Dans les cellules *C14* et *D15*, on trouve : `=VAN(C11;C2:C7)` et `=VAN(D12;D2:D7)`.

Calculs de rentabilité avec des cash-flows survenant à des périodes irrégulières

La vie d'un investissement est ponctuée d'événements engendrant des flux à des moments très variés (frais de gestion, remboursements, dividendes, ventes partielles, etc.). Les trois fonctions présentées dans la section précédente ne s'appliquent pas à de telles listes. À la place, il faut utiliser *TRI.PAIEMENTS*, *VAN.PAIEMENTS* et *VC.PAIEMENTS*.

On considère maintenant un investissement engendrant une série de huit cash-flows

survenus sur des périodes irrégulières.

	A	B	C	D	E	F
1	Dates	Montants des cash-flows (investissement de départ compris)	Montants des cash-flows hors investissement de départ		Calculs	
2	01/01/2005	-100 000	0			
3	30/06/2005	3 006	3 006		*Taux d'actualisation*	
4	30/09/2005	3 013	3 013		*de la période*	5,00%
5	30/06/2006	3 031	3 031			
6	31/12/2006	3 039	3 039			
7	31/12/2007	3 057	3 057			
8	30/09/2008	3 094	3 094			
9	31/12/2008	3 111	3 111		*TRI.PAIEMENTS*	5,00%
10	31/12/2009	103 134	103 134		*VAN.PAIEMENTS*	100 000

Figure 6–10 On constate aisément que les dates des flux listés ici ne sont pas régulières.

Tableau 6–7 Calcul de rentabilité à partir de flux survenus à des périodes irrégulières

Fonction	Description
TRI.PAIEMENTS	Cette fonction a été entrée figure 6-10, en *F9* : `=TRI.PAIEMENTS(B2:B10;A2:A10;0,04)`. Le premier argument décrit la plage de valeurs, le deuxième la plage de dates et, si nécessaire, vous pouvez donner, dans le troisième argument, une estimation du taux recherché (consultez les commentaires faits à ce propos, pour la fonction *TRI*).
VAN.PAIEMENTS	Cette fonction a été entrée figure 6-10, en *F10* : `=VAN.PAIEMENTS(F4;C2:C10;A2:A10)`. Le premier argument correspond au taux d'actualisation de la période, le deuxième décrit la plage des flux (hors investissement de départ) et le troisième, la plage des dates.

Si l'on cherche la valeur finale d'un investissement, il faut utiliser la fonction *VC.PAIEMENTS*. L'exemple présenté figure 6-11 met en œuvre son calcul.

	A	C	D
2	*Investissement de départ*		100 000
4		VC.PAIEMENTS	131 466
6	Taux	Calculs	
7	3,05%	100 000	3 048
8	2,00%	103 048	2 061
9	4,60%	105 109	4 839
10	3,04%	109 948	3 340
11	5,17%	113 288	5 857
12	3,71%	119 145	4 419
13	1,33%	123 564	1 641
14	5,00%	125 205	6 260
15		131 466	

Figure 6–11 La fonction VC.PAIEMENTS a été entrée dans la cellule D4. Le reste du tableau a été mis en place de manière à décortiquer son mécanisme.

Tableau 6–8 Calcul de rentabilité à partir de flux survenus à des périodes irrégulières

Fonction	Description
VC.PAIEMENTS	Avec la fonction *VC.PAIEMENTS*, on cherche la valeur finale d'un investissement en appliquant à son montant initial une liste de taux de rendements. À la figure 6-11, on trouve en *D4* la fonction `=VC.PAIEMENTS(D2;A7:A14)`. Le premier argument correspond au montant de l'investissement initial et le deuxième décrit la plage des taux successifs à lui appliquer. En *C8*, on trouve la fonction `=C7+D7`, et en *D8*, `=C8*A8`. Les deux formules ont été recopiées dans la colonne. On constate bien qu'à la fin du calcul on trouve une valeur finale équivalente à celle renvoyée par la fonction *VC.PAIEMENTS*.

Suivi d'emprunts obligataires

Pour trouver les capitaux nécessaires au développement de ses activités et s'il présente une taille et une situation financière raisonnables, un emprunteur peut émettre des obligations. Les émetteurs d'obligations sont donc des États, mais aussi des entreprises. Une obligation est le titre qui matérialise la dette de l'emprunteur à l'égard du prêteur. Ce titre de créance peut être librement négocié en bourse.

CULTURE Qu'est-ce qu'un emprunt obligataire ?

L'émetteur de l'obligation s'engage à la rembourser à une échéance déterminée, et à verser un intérêt annuel fixe. Les caractéristiques de chaque obligation sont décrites dans le contrat d'émission qui précise le prix d'émission, l'intérêt ou le coupon versé chaque année, sa périodicité (annuelle, semestrielle ou trimestrielle), ainsi que le prix de remboursement et ses modalités. Le coupon

représente les intérêts payés chaque trimestre, semestre ou année. Il est ainsi nommé car historiquement, une obligation était matérialisée par un titre en papier dont il fallait détacher un coupon pour recevoir le paiement des intérêts.

Échéancier d'un emprunt obligataire

Les coupons sont soumis à des paiements réguliers. Il est donc intéressant de pouvoir suivre leur vie à travers un échéancier.

	B	C	D	E	F
2	V. nominale	100		Taux d'intérêt	5,00%
3	Périodicité	Semestrielle		2	6
4	Nb titres	2 000		Montant	200 000
6	Date d'émission des titres			12/02/2010	
7	Date du premier coupon			31/03/2010	
8	Date d'échéance (remboursement)			31/12/2012	
10	Échéances	Base	Taux	Prorata temporis	Rémuné-ration
11	31/03/2010	200 000,00	5%	12,88%	1 287,67
12	30/09/2010	200 000,00	5%	50,00%	5 000,00
13	31/03/2011	200 000,00	5%	50,00%	5 000,00
14	30/09/2011	200 000,00	5%	50,00%	5 000,00
15	31/03/2012	200 000,00	5%	50,00%	5 000,00
16	30/09/2012	200 000,00	5%	50,00%	5 000,00
17	31/12/2012	200 000,00	5%	25,14%	2 513,66

Figure 6–12 Cet échéancier a été construit à partir des caractéristiques indiquées en haut du tableau. Pour comprendre le détail des formules, consultez le chapitre 5 (figure 5-21).

EN PRATIQUE Quelques noms pour clarifier l'écriture des formules

Pour faciliter la construction des formules décrites dans les sections suivantes, on a nommé quelques cellules :
- *C2* est nommée *VNom*.
- *F2* est nommée *TauxInt*.
- *E3* est nommée *Freq*.
- *E6* est nommée *DateEmis*.
- *E7* est nommée *PremEch*.
- *E8* est nommée *DateRemb*.
- *B16* est nommée *DernEch*.

Liquidation d'un titre entre deux échéances

Une obligation peut être cédée ou achetée à tout moment et il y a de fortes chances qu'elle le soit entre deux dates d'échéance. Dans son contrat d'émission, trois grands cas de

figure peuvent avoir été prévus (coupons attachés, détachés ou au prorata temporis). Selon les cas, le vendeur ou l'acheteur aura l'intégralité du coupon, un montant correspondant au nombre de jours couverts jusqu'à la date de liquidation, ou encore rien du tout. Excel offre huit fonctions qui renvoient des informations relatives aux deux dates d'échéance encadrant la date de liquidation.

	A	B	C	D	E
2	*Date de liquidation*	15/06/2011		*Date de liquidation*	07/03/2010
4	Information renvoyée	Résultat	Syntaxe de la fonction		
5	*Date du coupon précédant la date de liquidation*	31/03/2011	=DATE.COUPON.PREC (Liquid;DernEch;Freq;1)		
6	*Date du coupon suivant la date de liquidation*	30/09/2011	=DATE.COUPON.SUIV (Liquid;DernEch;Freq;1)		
7	*Nombre de coupons restants entre la date de liquidation et la date de dernière échéance*	3	=NB.COUPONS (Liquid;DernEch;Freq;1)		
8	*Nombre de jours entre la date de liquidation et celle du coupon précédent*	76	=NB.JOURS.COUPON.PREC (Liquid;DernEch;Freq;1)		
9	*Nombre de jours entre la date de liquidation et celle du coupon suivant*	107	=NB.JOURS.COUPON.SUIV (Liquid;DernEch;Freq;1)		
10	*Nb de jours entre les deux coupons encadrant la date de liquidation*	183	=NB.JOURS.COUPONS (Liquid;DernEch;Freq;1)		
11	*Intérêts courus entre la date d'émission et la date de première échéance*	0,64	=INTERET.ACC.MAT (DateEmis;PremEch;TauxInt;VNom;1)		
12		5,64	=INTERET.ACC.MAT (DateEmis;"31/3/11";TauxInt;VNom;1)		
13	*Avec le dernier argument omis ou VRAI, renvoie les intérêts courus entre la date d'émission et la date de liquidation (calcul du prorata temporis). Les arguments Fréquence et Première échéance ne sont pris en compte que lorsque le dernier argument est FAUX.*	0,32	=INTERET.ACC(DateEmis;PremEch; Liquid2;TauxInt;VNom;Freq;1)		
14		-2,20	=INTERET.ACC(DateEmis;DATE(2011;3;31); Liquid2;TauxInt;VNom;Freq;1;FAUX)		

Figure 6–13 Ces huit fonctions renvoient des informations relatives aux deux dates d'échéance qui encadrent la date de liquidation. INTERET.ACC et INTERET.ACC.MAT sont deux nouveautés Excel 2013.

> **MISE EN GARDE Quelle est la dernière date d'échéance ?**
>
> Dans certains cas, la date prévue pour le remboursement (l'expiration) de l'obligation ne correspond pas à une date de coupon (c'est le cas de l'exemple traité à la figure 6-12). Il faut alors indiquer, dans le deuxième argument de toutes ces fonctions, la dernière date de coupon « normale » (dans notre exemple, le `30/09/2012`) et non pas la véritable date d'expiration, qui tombe le `31/12/2012`.

Sur la figure 6-13, pour la clarté des formules, les cellules *B2* et *E2* ont été nommées

respectivement `Liquid` et `Liquid2`. Les formules dont la syntaxe est indiquée en colonne *C* ont été entrées en colonne *B*, renvoyant les résultats que vous voyez dans cette colonne.

MODE DE CALCUL Comment dénombrer les jours d'une année ?

Les huit fonctions de la figure 6-13 ainsi que la plupart des fonctions présentées ensuite utilisent systématiquement un dernier argument nommé Base (argument auquel on a donné systématiquement la valeur 1). Il indique à Excel comment dénombrer les jours d'une année pour mener à bien les calculs. Les diverses valeurs possibles sont présentées sur la figure 6-14.

Cinq bases de calcul possibles pour le comptage des jours	
Base	Comptage des jours
0 ou omis	30/360 US (NASD)
1	Réel/Réel
2	Réel/360
3	Réel/365
4	30/360 européen

Figure 6–14 Les cinq valeurs que peut prendre l'argument Base.

Prix et rendement d'une obligation

Une obligation peut être liquidée (achetée ou vendue) à n'importe quel moment de sa vie. Suivant qu'il s'agit d'une obligation avec ou sans coupons, les fonctions utilisées pour sa cotation ne sont pas exactement les mêmes.

COMPRENDRE Cotation d'une obligation

Les obligations sont cotées non pas en euros ou en dollars, mais en pourcentage de leur valeur nominale. Ainsi, une cotation de `111,00` correspond à un cours égal à `111 %` de la valeur nominale de l'obligation. Les obligations sont toujours cotées au pied de coupon. Ainsi, on calcule chaque jour le montant du coupon couru entre la dernière date de coupon et le jour de valorisation. Le coupon couru augmente régulièrement chaque jour. On cote alors la valeur de l'obligation, moins ce coupon couru. La cotation au pied de coupon permet une comparaison des cours des obligations ayant des dates de paiement de coupon différentes. Si les taux d'intérêt du marché restent constants, la valeur de l'obligation augmente régulièrement au cours du temps jusqu'à la date de paiement du coupon où elle chute du montant du coupon payé.

Prix et rendement d'une obligation avec coupons

Le prix auquel l'obligation sera négociée doit tenir compte du temps qui la sépare encore de sa date de remboursement et de sa position par rapport aux deux coupons qui

encadrent sa date de liquidation. Comme elle porte en elle des promesses de flux sûrs et réguliers (les coupons), sa cotation doit également tenir compte du taux de rendement du marché, à la hausse si ce dernier est inférieur au taux d'intérêt de l'obligation, ou à la baisse dans le cas inverse.

Les huit fonctions présentées sur la figure 6-15 renvoient des informations relatives au prix et au rendement d'une obligation liquidée. Exception faite des trois séries de trois valeurs précisées ici, tous les arguments utilisent les données du tableau présenté à la figure 6-12. Il y a une équivalence de couleur entre les arguments utilisés et les fonctions présentées.

Duration d'une obligation

La duration d'une obligation est une mesure de sa maturité moyenne. Elle calcule la moyenne des échéances de chacun de ses flux, pondérée par la part de ce flux dans la valeur de l'obligation. La duration modifiée d'une obligation est un indicateur de la sensibilité de l'obligation au taux d'intérêt en vigueur sur le marché.

	A	B	C	D	E
2	Date de liquidation		15/03/2010	15/11/2012	31/12/2010
4	Prix de l'obligation (en % de sa valeur nominale)		95,00	99,72	96,46
6	Taux de rendement		7,19%	7,19%	7,19%
8	Information renvoyée	Résultat	Syntaxe de la fonction		
9	Prix d'une obligation (en % de sa valeur nominale) quand sa première période est irrégulière	95,00	=PRIX.PCOUPON.IRREG(C2;DernEch;DateEmis; PremEch;TauxInt; C6;VNom;Freq;1)		
10	Rendement d'une obligation dont la première période est irrégulière	7,19%	=REND.PCOUPON.IRREG(C2;DernEch;DateEmis; PremEch;TauxInt;C4;VNom;Freq;1)		
11	Prix d'une obligation (en % de sa valeur nominale) quand sa dernière période est irrégulière	99,72	=PRIX.DCOUPON.IRREG(D2;DateRemb; DernEch;TauxInt;D6;VNom;Freq;1)		
12	Rendement d'une obligation dont la dernière période est irrégulière	7,19%	=REND.DCOUPON.IRREG(D2;DateRemb; DernEch;TauxInt;D4;VNom;Freq;1)		
13	Prix d'une obligation (en % de sa valeur nominale)	96,46	=PRIX.TITRE(E2;DernEch;TauxInt;E6;VNom;Freq;1)		
14	Rendement d'une obligation	7,19%	=RENDEMENT.TITRE(E2;DernEch;TauxInt; E4;VNom;Freq;1)		
15	Duration d'une obligation	1,93	=DUREE(E2;DateRemb;TauxInt;E6;Freq;1)		
16	Duration modifiée d'une obligation	1,86	=DUREE.MODIFIEE(E2;DateRemb; TauxInt;E6;Freq;1)		

Figure 6–15 Huit fonctions réalisant des calculs relatifs au prix et au rendement d'une obligation liquidée.

Prix et rendement d'une obligation sans coupons

Pour coter un tel titre, il faut utiliser la fonction *PRIX.TITRE.ECHEANCE*.

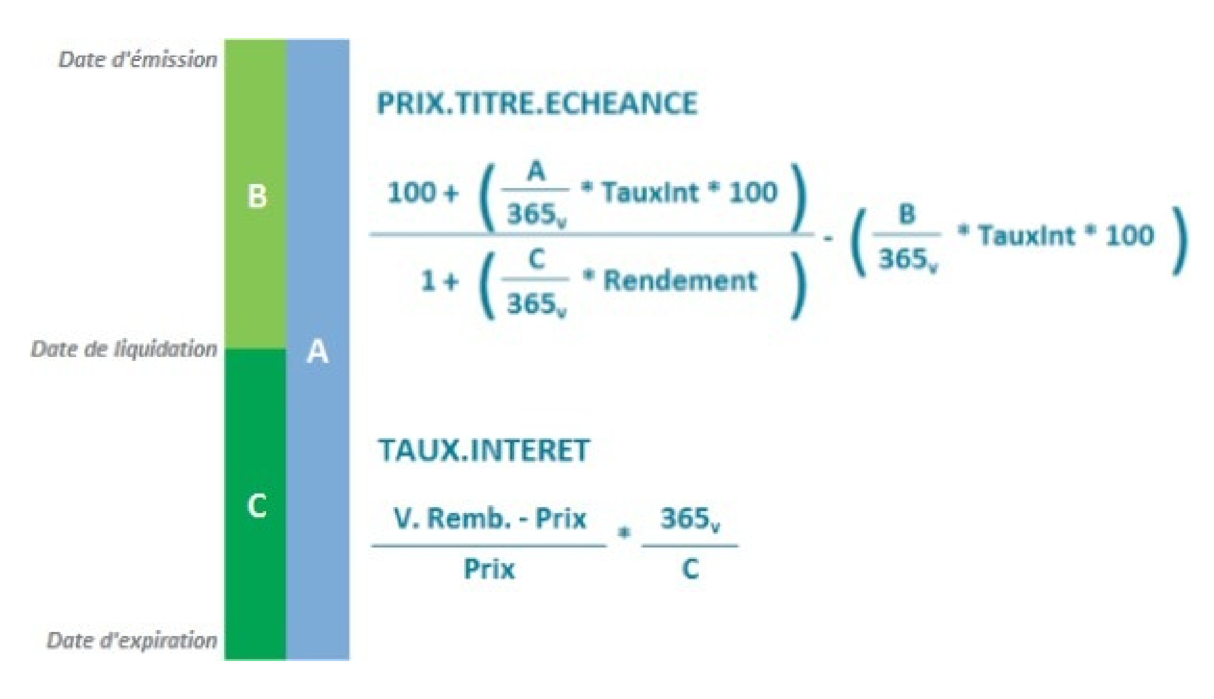


Figure 6–16 Les fonctions PRIX.TITRE.ECHEANCE et TAUX.INTERET appliquent les formules présentées ici.

Avec la fonction *PRIX.TITRE.ECHEANCE*, les seules grandeurs prises en compte sont le taux d'intérêt de l'obligation, le taux de rendement du marché et la position de la date de liquidation dans la vie de l'obligation. *PRIX.TITRE.ECHEANCE* et *RENDEMENT.TITRE.ECHEANCE* fonctionnent de pair. La première renvoie le prix du titre à partir de son taux de rendement, alors que la seconde renvoie son taux de rendement connaissant son prix. À la figure 6-17, vous constaterez également qu'utiliser les fonctions *RENDEMENT.SIMPLE* et *TAUX.INTERET* revient à calculer le *TRI* du titre à la date d'échéance, sans tenir compte du taux d'intérêt du titre.

	B	D	E	F	G
2		PRIX.TITRE.ECHEANCE	RENDEMENT.TITRE.ECHEANCE	RENDEMENT.SIMPLE	TAUX.INTERET
4	*Syntaxe*	=PRIX.TITRE.ECHEANCE(D7;D8;D9;D10;D11;1)	=RENDEMENT.TITRE.ECHEANCE(E7;E8;E9;E10;E12;E13)	=RENDEMENT.SIMPLE(F7;F8;F12;F13;F14)	=TAUX.INTERET(G7;G8;G12;G13;G14)
6	*Arguments*				
7	*Date à laquelle le titre est cédé à l'acheteur*	30/06/2011	30/06/2011	30/06/2011	30/06/2011
8	*Date d'échéance (expiration du titre)*	15/09/2012	15/09/2012	15/09/2012	15/09/2012
9	*Date d'émission du titre*	15/03/2010	15/03/2010		
10	*Taux d'intérêt du titre à la date d'émission*	5,00%	5,00%		
11	*Taux de rendement annuel du titre*	7,19%			
12	*Prix du titre (en % de sa valeur nominale)*		97,04	97,04	97,04
13	*Valeur nominale*			100,00	100,00
14	*Mode de comptage des jours (0, 1, 2, 3, 4)*	1	1	1	1
16	**Résultat**	**97,04**	**7,19%**	**2,52%**	**2,52%**

Figure 6–17 Mise en œuvre des fonctions PRIX.TITRE.ECHEANCE, RENDEMENT.TITRE.ECHEANCE, RENDEMENT.SIMPLE et TAUX.INTERET.

Billets du trésor

Un *T-Bill* ou *Treasury Bill* (« billet du trésor ») est une obligation à court terme, émise par le gouvernement américain, dont la maturité est d'un an ou moins.

FORMULES Algorithmes de calcul des formules relatives aux bons du trésor

La figure 6-18 présente les algorithmes de calcul utilisés par les fonctions *PRIX.BON.TRESOR*, *TAUX.ESCOMPTE*, *TAUX.ESCOMPTE.R*, *VALEUR.NOMINALE*, *VALEUR.ENCAISSEMENT* et *RENDEMENT.BON.TRESOR*. Pour clarifier toutes ces formules, on a utilisé la notation `365`, avec un `v` en indice (`v` pour variable), pour indiquer que le nombre de jours pris en compte dans le calcul varie en fonction du type de dénombrement choisi dans l'argument `Base` de la fonction.

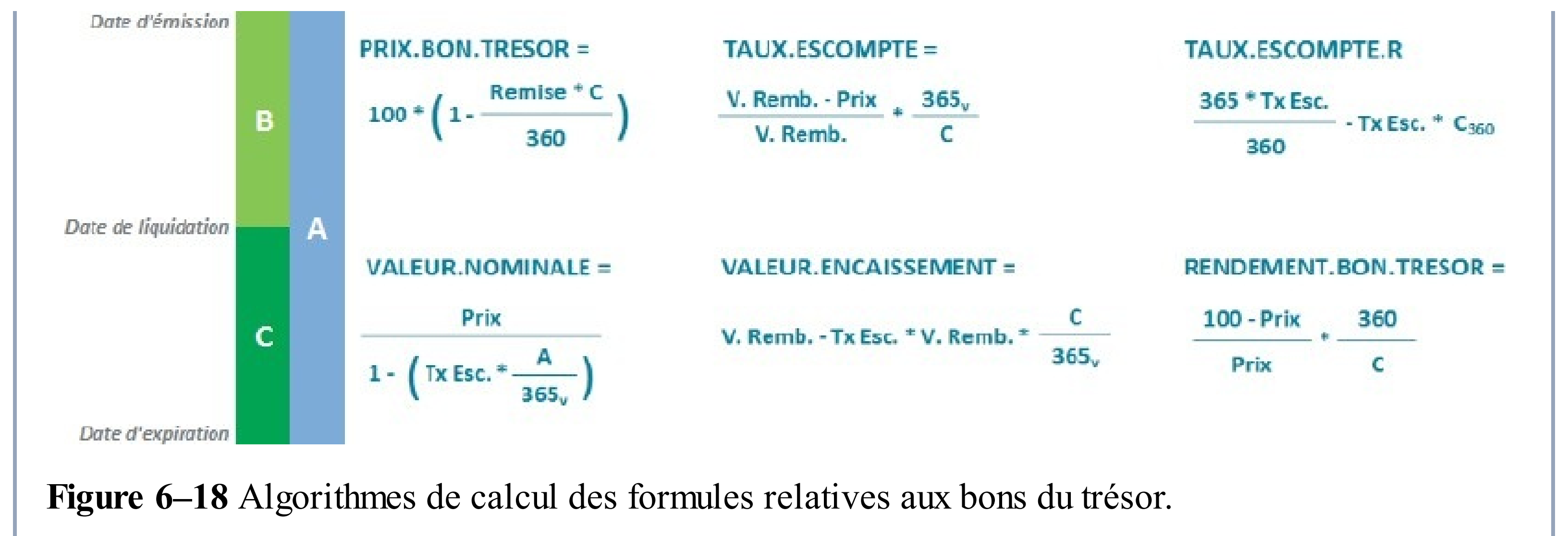


Figure 6–18 Algorithmes de calcul des formules relatives aux bons du trésor.

Sur le même modèle que les obligations zéro-coupons, les billets du trésor ne versent pas d'intérêts avant l'échéance, mais sont vendus avec une décote par rapport à leur valeur nominale, ce qui permet au souscripteur d'obtenir un bénéfice à l'échéance. Les *T-Bills* sont communément émis avec des maturités d'un, trois ou six mois. La somme minimale de souscription est de 1 000 dollars.

	B	D	E	F	G	H	I
2		PRIX. BON.TRESOR	TAUX. ESCOMPTE	TAUX. ESCOMPTE.R	VALEUR. NOMINALE	VALEUR. ENCAISSEMENT	RENDEMENT. BON.TRESOR
4	*Syntaxe*	=PRIX.BON. TRESOR (D7;D8;D9)	=TAUX. ESCOMPTE(E7; E8;E10;E11;E12)	=TAUX. ESCOMPTE.R (F7;F8;F9)	=VALEUR. NOMINALE(G7; G8;G10;G9;G12)	=VALEUR. ENCAISSEMENT (H7;H8;H9; H11;H12)	=RENDEMENT. BON.TRESOR (I7;I8;I10)
6	*Arguments*						
7	*Date à laquelle le titre est cédé à l'acheteur*	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012	15/11/2012
8	*Date d'échéance (expiration du titre)*	31/12/2012	31/12/2012	31/12/2012	31/12/2012	31/12/2012	31/12/2012
9	*Taux d'escompte*	7,19%		7,19%	7,19%	7,19%	
10	*Prix du titre (en % de la v. nominale)*		99,08		99,08		99,08
11	*Valeur de remb. du titre (en % de la v. nominale)*		100			100	
12	*Base*		0		0	0	
14	*Résultat*	99,08	7,19%	7,35%	100,00	99,08	7,25%

Figure 6–19 Mise en œuvre des fonctions PRIX.BON.TRESOR, TAUX.ESCOMPTE, TAUX.ESCOMPTE.R, VALEUR.NOMINALE, VALEUR.ENCAISSEMENT et RENDEMENT.BON.TRESOR.

Fonctions de conversion pour taux et cotations

Excel fournit quatre fonctions de conversion. Deux d'entre elles permettent de passer

d'un taux effectif à un taux nominal et inversement. Les deux autres agissent sur la forme fractionnaire ou décimale des cotations boursières.

Rapport entre taux effectif et taux nominal

Le taux nominal est le taux qui sert de base pour le calcul des intérêts. Le taux effectif tient compte de la capitalisation des intérêts à chaque période.

Dans notre exemple, on considère qu'au bout de la première période, on a acquis, pour `1` € de placement, `0,0033 cents` (`0,04/12`) que l'on place à nouveau au même taux. Au bout des 12 périodes, l'ensemble de ces acquis représente donc `0,0407`, soit un taux effectif de `4,07 %`.

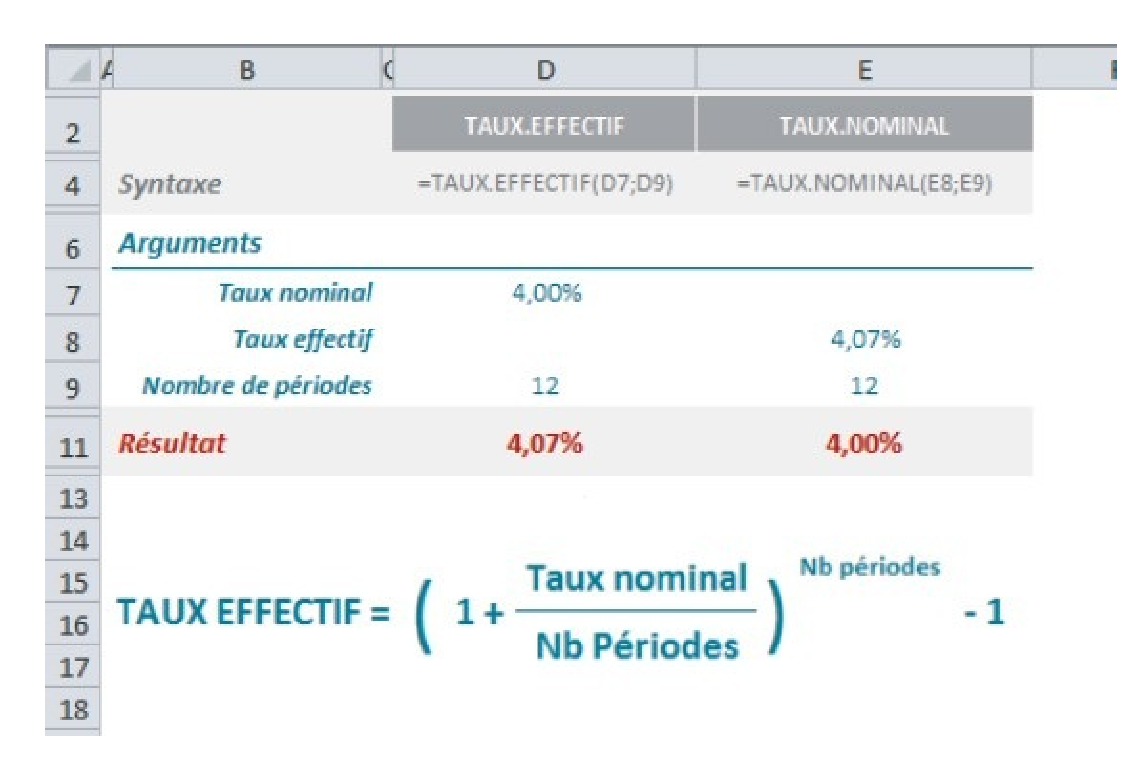


Figure 6–20 Mise en œuvre des fonctions TAUX.NOMINAL et TAUX.EFFECTIF. Cette figure donne également la formule de calcul du taux effectif à partir d'un taux nominal.

Forme des cotations boursières

Les montants fractionnaires sont parfois utilisés pour exprimer le prix des titres à la place des montants décimaux. Les deux fonctions *PRIX.DEC* et *PRIX.FRAC* permettent de passer facilement de l'un à l'autre.

	B	D	E
2		PRIX.DEC	PRIX.FRAC
4	Syntaxe	=PRIX.DEC(D7;D9)	=PRIX.FRAC(E8;E9)
6	Arguments		
7	Prix fraction	2,03	
8	Prix décimal		2,25
9	Fraction	12	12
11	Résultat	2,25	2,03

Figure 6–21 Mise en œuvre des fonctions PRIX.DEC et PRIX.FRAC.

COMPRENDRE Comment passer d'une écriture à l'autre ?

Dans notre exemple, `2,03` avec une fraction de `12` indique à Excel qu'il doit interpréter cette valeur ainsi : `2 + 3/12`. *PRIX.DEC* renvoie donc `2,25`.
Dans l'autre sens, on lui demande de convertir `2,25` sous une forme fractionnaire en utilisant des douzièmes. Excel fait donc la règle de trois suivante : `= 0,25 * 12/100 = 0,03`, qu'il ajoute à la valeur entière `2` pour renvoyer `2,03`.

Amortissements

Pour se développer, une entreprise s'appuie sur ses ressources humaines, mais également sur ses ressources matérielles, les immobilisations (machines, immeubles, etc.), destinées à servir durablement son activité. À ce titre, elles doivent être inscrites à l'actif du bilan. Les immobilisations sont pour la plupart amortissables. Ce principe correspond au constat de leur dépréciation. Sous l'effet de l'usure matérielle et du temps qui passe, elles sont gagnées par l'obsolescence et leur valeur vénale décroît. Le mécanisme comptable des amortissements permet de prendre en compte cette décote tout en offrant un étalement dans le temps de leur coût de revient.

ARGUMENTS Réunir les éléments nécessaires au calcul de l'amortissement

Dans les sept fonctions de calcul d'amortissement proposées par Excel, il faut préciser le coût et la valeur résiduelle du bien à amortir. La notion de coût est facile à appréhender. Celle de valeur résiduelle l'est peut-être un peu moins. Cette dernière doit être déterminée lors de l'entrée du bien à l'actif du bilan. Elle représente la valeur de cession théorique de ce bien à l'issue de la période d'amortissements.
Selon le mode d'amortissement retenu, on applique un taux linéaire ou un taux dégressif. Un taux linéaire est appliqué de façon immuable à toutes les périodes d'amortissement. Il est défini par le quotient `1/Durée`. Un taux dégressif dépend d'un coefficient attribué au bien à amortir. Il y a de nombreuses façons de calculer un amortissement dégressif.
Pour chaque bien, le plan d'amortissement est déterminé par un taux qui dépend de deux paramètres :

le mode d'amortissement retenu (linéaire ou dégressif) et la durée d'amortissement. Cette dernière est définie par la profession en fonction d'un usage normal du bien, mais l'administration fiscale admet un écart de 20 % s'il est justifié par une utilisation particulière.

Amortissements linéaires

Pour calculer un amortissement linéaire, on applique le même taux à chaque période. Si le bien est amorti sur 5 ans, on applique chaque année le taux de `1/5 = 20 %`. Si le bien a été acquis en cours d'année, il faudra appliquer un prorata temporis pour calculer l'amortissement de la première année. Ce prorata correspond à la durée qui sépare la date d'achat et la fin de l'année d'achat. Du coup, la dernière année correspondra également à une période brisée et le taux appliqué sera de `(1/Durée) – Taux première année`. Si le bien est amorti sur 5 ans, il y aura donc six périodes d'amortissement (les deux périodes brisées de début et de fin, plus quatre années pleines).

La fonction *AMORLIN* renvoie la valeur d'un amortissement linéaire pour une année pleine. La fonction *AMORLINC* renvoie la valeur d'un amortissement linéaire pour une période donnée. Elle peut donc être utilisée pour construire un plan d'amortissement.

Calculer un amortissement linéaire pour une année pleine

Il faut utiliser la fonction *AMORLIN*. Elle utilise trois arguments et renvoie la valeur de l'amortissement linéaire d'un bien pour une année pleine.

	A	B	C	D
2				AMORLIN
4		Syntaxe		=AMORLIN(D7;D8;D9)
6		Arguments		
7		Coût		100 000,00
8		Valeur résiudelle		0
9		Durée		5
11		Résultat		20 000,00

Figure 6–22 Mise en œuvre de la fonction AMORLIN.

Construire un plan d'amortissement

La fonction *AMORLINC* est parfaitement adaptée pour construire ce plan. Elle utilise sept arguments et renvoie l'amortissement linéaire d'un bien pour une période donnée.

CALCUL Première année d'amortissement

Pour calculer la période brisée de la première année, on prend le nombre de jours séparant la date

d'achat du dernier jour de l'année (indiqué dans le troisième argument) et on le divise par le nombre total de jours dans l'année. Pour cette dernière valeur, Excel peut faire appel à plusieurs méthodes de calcul que vous choisissez en précisant le dernier argument de la fonction.

Quatre bases de calcul possibles pour le comptage des jours	
Base	Comptage des jours
0 ou omis	30/360 US (NASD)
1	Réel/Réel
3	Réel/365
4	30/360 européen

Figure 6–23 Les diverses méthodes de calcul disponibles, pour trouver le pourcentage à appliquer au taux d'amortissement de la première année, lorsque l'achat du bien a lieu en cours d'année.

Pour préciser le sixième argument de la fonction (le taux), il faut prendre le quotient `1/Durée` (dans notre exemple, figure 6-24, on a utilisé `1/5`). Attention, la première période n'est pas la période `1` mais la période `0`.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2				Coût		100 000,00		Valeur résiudelle		0		
3				Date d'achat		15/07/2007		Durée		5		
4				Première période		31/12/2007		Base		1		
6		AMORLINC										
8		Période		Syntaxe								Résultat
10		0		=AMORLINC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B10;1/$J$3;$J$4)								9 260,27
11		1		=AMORLINC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B11;1/$J$3;$J$4)								20 000,00
12		2		=AMORLINC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B12;1/$J$3;$J$4)								20 000,00
13		3		=AMORLINC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B13;1/$J$3;$J$4)								20 000,00
14		4		=AMORLINC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B14;1/$J$3;$J$4)								20 000,00
15		5		=AMORLINC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B15;1/$J$3;$J$4)								10 739,73
17											Total	100 000,00

Figure 6–24 Mise en œuvre de la fonction AMORLINC.

Amortissements dégressifs

Le principe d'un amortissement dégressif est d'amortir beaucoup la première année, puis de moins en moins jusqu'à la dernière période d'amortissement. Excel fournit cinq fonctions relatives au calcul des amortissements dégressifs : *AMORDEGRC*, *DB*, *DDB*, *VDB* et *SYD*.

Amortissement dégressif à la française

La fonction *AMORDEGRC* utilise sept arguments et renvoie l'amortissement dégressif correspondant à une période comptable. Pour préciser le sixième argument de la fonction (le taux), il faut utiliser le quotient `1/Durée` (dans notre exemple `1/5`). Pour connaître les diverses valeurs disponibles pour le septième argument, consultez la figure 6-23. Attention, la première période n'est pas la période `1` mais la période `0`.

COMPRENDRE Calcul d'un amortissement dégressif

Pour parvenir à cette dégressivité, on applique au taux « normal » (`1/Durée`), un coefficient qui donne plus de poids au premier amortissement. Au fur et à mesure des périodes d'amortissements, ce même coefficient est appliqué à la valeur nette du bien, c'est-à-dire sa valeur initiale dépouillée de tous les amortissements antérieurs. Pour calculer le premier amortissement, Excel applique au taux « normal » un coefficient qui dépend de la durée d'amortissement.

Trois coefficients possibles pour la fonction AMORDEGRC	
Durée de l'amortissement	Coefficient d'amortissement
Entre 3 et 4 ans	1,5
Entre 5 et 6 ans	2,0
Plus de 6 ans	2,5

Figure 6–25 Le coefficient utilisé pour notre exemple est 2.

Pour calculer le premier amortissement, Excel fait donc : `100 000 * 1/5 * 2 * 169 / 365 = 18 521`, car 169 jours séparent le `15/7/2007` du `31/12/2007` (précisé dans le troisième argument).
Pour calculer le deuxième amortissement, Excel fait le calcul suivant : `(100 000 - 18 521) * 1/5 * 2 = 32 592`.
Excel poursuit son calcul sur les périodes suivantes jusqu'à ce que le calcul linéaire sur la valeur nette donne un amortissement supérieur. Si vous observez bien la figure 6-26, vous constaterez que pour les deux dernières périodes, on est repassé en calcul linéaire.

Cette fonction est destinée à prendre en compte les règles comptables françaises, mais le fait imparfaitement car il faudrait pour cela que le prorata temporis de la première annuité soit calculé en nombre de mois entiers à partir du premier jour du mois d'acquisition. Or, la fonction *AMORDEGRC* calcule un prorata au jour le jour. Aussi, si vous souhaitez vous rapprocher au mieux de la réalité française, il suffit d'entrer une date d'achat qui soit le premier du mois (et non la date d'acquisition réelle si celle-ci est survenue en cours de mois) et d'indiquer, dans le septième argument, une base `0`.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2				Coût		100 000,00		Valeur résiudelle		0		
3				Date d'achat		15/07/2007		Durée		5		
4				Première période		31/12/2007		Base		1		
6		AMORDEGRC										
8		Période		Syntaxe								Résultat
10		0		=AMORDEGRC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B10;1/$J$3;$J$4)								18 521,00
11		1		=AMORDEGRC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B11;1/$J$3;$J$4)								32 592,00
12		2		=AMORDEGRC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B12;1/$J$3;$J$4)								19 555,00
13		3		=AMORDEGRC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B13;1/$J$3;$J$4)								14 666,00
14		4		=AMORDEGRC($F$2;$F$3;$F$4;$J$2;B14;1/$J$3;$J$4)								14 666,00
16											Total	100 000,00

Figure 6–26 Mise en œuvre de la fonction AMORDEGRC.

Amortissements dégressifs simples et doubles

Amortissements avec dégressivité simple

La fonction *DB* utilise cinq arguments et renvoie l'amortissement dégressif correspondant à une période comptable. Pour que la fonction puisse calculer le prorata temporis de la première année, indiquez le nombre de mois à prendre en compte dans le cinquième argument. Dans notre exemple, l'achat ayant eu lieu le 15 juillet, on indique qu'il faut faire le premier calcul avec 6 mois. Pour avoir une idée du taux utilisé par la fonction, on a entré en *K5* la formule dont la syntaxe est affichée en *D5*. Elle correspond bien sûr au calcul présenté à la figure 6-27.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2				Coût	100 000,00		Durée		5		
3				Valeur résiudelle	0,01		Mois		6		
5				=ARRONDI(1-(E3/E2)^(1/I2);3)			Taux calculé				96,00%
7		DB									
9		Période		Syntaxe							Résultat
11		1		=DB($E$2;$E$3;$I$2;B11;$I$3)							48 000,00
12		2		=DB($E$2;$E$3;$I$2;B12;$I$3)							49 920,00
13		3		=DB($E$2;$E$3;$I$2;B13;$I$3)							1 996,80
14		4		=DB($E$2;$E$3;$I$2;B14;$I$3)							79,87
15		5		=DB($E$2;$E$3;$I$2;B15;$I$3)							3,19
16		6		=DB($E$2;$E$3;$I$2;B16;$I$3)							0,06
18										Total	99 999,93

Figure 6–27 Mise en œuvre de la fonction DB.

COMPRENDRE Comment la fonction DB est-elle calculée ?

Pour calculer les amortissements, la fonction *DB* utilise un taux impliquant le coût initial, la valeur résiduelle et la durée.

$$\text{Taux} = 1 - \left(\frac{\text{V. Résiduelle}}{\text{Coût}}\right)^{(1/\text{Durée})}$$

Figure 6–28 Taux d'amortissement utilisé pour le calcul de la fonction DB.

Avec cette formule, les calculs effectués avec une valeur résiduelle nulle ne peuvent pas tenir compte de la durée. Le bien est alors systématiquement amorti sur un ou deux ans suivant la valeur du cinquième argument (mois). Si vous souhaitez utiliser cette fonction alors que votre valeur résiduelle est nulle, entrez quand même, pour cette dernière, un tout petit montant. Même une valeur de `0,01` suffit à relancer son calcul « normal ».
Le calcul d'une période d'amortissement « normale » est assez simple. On applique le taux d'amortissement à la valeur nette du bien (valeur d'achat diminuée de tous les amortissements antérieurs). Pour le calcul des première et dernière périodes, la fonction *DB* utilise deux formules différentes.

$$DB_1 = \frac{\text{Coût} * \text{Taux} * \text{Mois}}{12}$$

$$DB_n = \frac{\text{Valeur nette} * \text{Taux} * (12 - \text{Mois})}{12}$$

Figure 6–29 Formules utilisées pour le calcul de la première et de la dernière périodes d'amortissement.

Amortissements avec dégressivité double

La fonction *DDB* utilise cinq arguments et renvoie l'amortissement dégressif correspondant à une période comptable. La fonction *DDB* « renforce » le taux « normal » en appliquant un facteur que vous pouvez préciser dans le cinquième argument. En cela, elle fait un calcul similaire à la fonction *AMORDEGRC*, mais sans que le facteur ne soit imposé par la durée d'amortissement, sans calculer de prorata temporis pour la première période et sans revenir à un calcul linéaire pour les dernières périodes.

	B	D	F	H	J	L
2		Coût	100 000,00	Durée	5	
3	Valeur résiudelle		0,00	Facteur	4	
5	DDB					
7	Période	Syntaxe				Résultat
9	1	=DDB($F$2;$F$3;$J$2;B9;$J$3)				80 000,00
10	2	=DDB($F$2;$F$3;$J$2;B10;$J$3)				16 000,00
11	3	=DDB($F$2;$F$3;$J$2;B11;$J$3)				3 200,00
12	4	=DDB($F$2;$F$3;$J$2;B12;$J$3)				640,00
13	5	=DDB($F$2;$F$3;$J$2;B13;$J$3)				128,00
15					Total	99 968,00

Figure 6–30 Mise en œuvre de la fonction DDB.

La fonction *VDB* utilise sept arguments et renvoie l'amortissement dégressif correspondant à une période comptable, ou à une période quelconque que vous pouvez préciser à l'aide des quatrième et cinquième arguments. Tout comme la fonction *DDB*, *VDB* « renforce » le taux « normal » en appliquant un facteur que vous pouvez préciser dans le sixième argument, mais à l'inverse de cette même fonction, vous pouvez demander à revenir à un calcul linéaire pour les dernières périodes, en indiquant `FAUX` dans le septième argument.

	B	C	G	I	K	N
2		Coût	100 000,00	Durée	5	
3		Valeur résiudelle	0,00	Facteur	2	
4				Valeur logique	FAUX	
6	VDB					
8	Période début	Période fin	Syntaxe			Résultat
10	0	1	=VDB($G$2;$G$3;$K$2;B10;C10;$K$3;$K$4)			40 000,00
11	1	2	=VDB($G$2;$G$3;$K$2;B11;C11;$K$3;$K$4)			24 000,00
12	2	3	=VDB($G$2;$G$3;$K$2;B12;C12;$K$3;$K$4)			14 400,00
13	3	4	=VDB($G$2;$G$3;$K$2;B13;C13;$K$3;$K$4)			10 800,00
14	4	5	=VDB($G$2;$G$3;$K$2;B14;C14;$K$3;$K$4)			10 800,00
16					Total	100 000,00

Figure 6–31 Mise en œuvre de la fonction VDB.

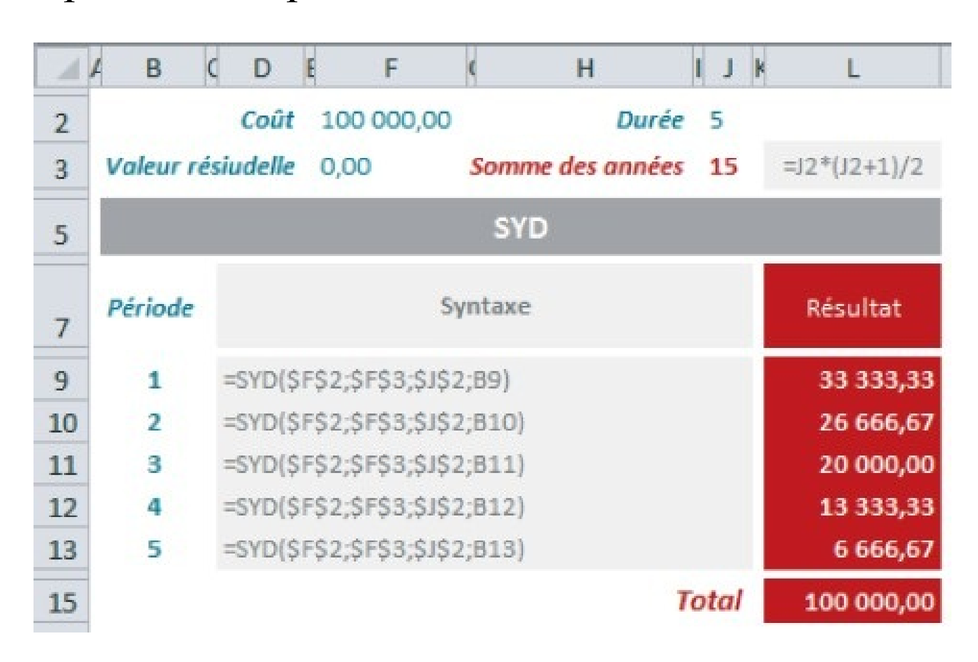
ASTUCE Calcul sur des périodes quelconques

La fonction *VDB* permet de faire des calculs originaux en autorisant le calcul d'un amortissement sur un jour, une semaine, un mois ou un trimestre. Il suffit d'entrer le troisième argument (durée) dans la bonne unité (`5` pour travailler en années `5 * 12` pour travailler en mois et `5 * 365` pour travailler

en jours) et de préciser ensuite la période qui vous convient à l'aide des quatrième et cinquième arguments. `=VDB(100000;0;5*12;0;3;2;FAUX)` calcule le montant de l'amortissement dégressif pour le premier trimestre (`9 670,37`) et `=VDB(100000;0;5*365;0;7;2;FAUX)` calcule le montant de l'amortissement dégressif pour la première semaine (`764,61`).

Amortissement dégressif selon la méthode SOFTY

La fonction *SYD* utilise quatre arguments et renvoie l'amortissement dégressif correspondant à une période comptable.



	B	D	F	H	J	L
2		Coût	100 000,00	Durée	5	
3	Valeur résiduelle		0,00	Somme des années	15	=J2*(J2+1)/2
5	SYD					
7	Période	Syntaxe				Résultat
9	1	=SYD($F$2;$F$3;$J$2;B9)				33 333,33
10	2	=SYD($F$2;$F$3;$J$2;B10)				26 666,67
11	3	=SYD($F$2;$F$3;$J$2;B11)				20 000,00
12	4	=SYD($F$2;$F$3;$J$2;B12)				13 333,33
13	5	=SYD($F$2;$F$3;$J$2;B13)				6 666,67
15				Total		100 000,00

Figure 6–32 Mise en œuvre de la fonction SYD.

COMPRENDRE Somme des années

La fonction *SYD* met en œuvre la méthode *SOFTY (Sum OF The Years)* qui utilise la somme des années comme base de calcul du taux. La somme des années de `1` à `n` est donnée par la formule `n * (n + 1) / 2`. Dans notre exemple, on a donc `5 * 6 / 2 = 15`, ce qui équivaut bien à `1 + 2 + 3 + 4 + 5`. Le taux appliqué à la première période sera donc `5/15`, le taux appliqué à la deuxième `4/15`, et ainsi de suite. À chaque période, le taux s'applique à la valeur d'achat diminuée de la valeur résiduelle.

Illustrez vos tableaux

7

Utiliser un tableur ne vous condamne pas à l'austérité. Vos tableaux parleront d'autant plus qu'ils seront accompagnés d'images et d'illustrations. Les dernières versions d'Excel ont considérablement enrichi leur offre graphique et proposent plusieurs centaines de formes. Toutes, de la plus élémentaire à la plus élaborée, sont disponibles d'un clic de souris. Si les plus audacieux d'entre vous les habillent d'ombre et de lumière ou les font pivoter dans l'espace, elles insuffleront une véritable vie à leurs documents.



SOMMAIRE

- Insérer une image
- Insérer une forme
- Insérer une capture d'écran
- Insérer une zone de texte
- Incorporer un objet
- Insérer une équation
- Modifier la forme et l'emplacement d'un objet
- Modifier le format d'un objet

MOTS-CLÉS

- 3D

- Ancrage
- Bibliothèque multimédia
- Capture d’écran
- Clipart
- Dégradé
- Équation
- Forme
- Graphique
- Grille magnétique
- Image
- Objet incorporé
- Poignée
- Point d’angle
- Rogner
- Segment
- SmartArt
- Trajectoire
- Volet Sélection
- WordArt
- Zone de texte

Insérer un objet graphique

L'onglet *Insertion* donne une bonne idée de l'offre d'Excel en matière d'objets graphiques. Tous les outils qui y sont regroupés ne concernant pas directement le sujet traité dans ce chapitre, la copie d'écran a été « nettoyée » de manière à ne laisser que les commandes liées aux objets graphiques.



Figure 7–1 La feuille de calcul d'Excel peut accueillir des graphiques, mais aussi des images et divers types d'illustrations.

> **RAPPEL Ne boudez pas la simplicité**
>
> N'oubliez pas que vous pouvez toujours insérer une illustration ou une image en allant simplement la copier dans le document dans lequel elle se trouve (Word, Excel, PowerPoint, Paint, etc.) puis en revenant la coller dans la feuille de calcul.

Insérer une image

En cliquant sur *Insertion>Illustrations>Images*, Excel propose une boîte de dialogue à partir de laquelle vous pouvez parcourir tous les supports de stockage accessibles depuis votre poste de travail. Par défaut, il filtre les fichiers proposés en fonction des suffixes `.emf`, `.wmf`, `.jpg`, `.jpeg`, `.jfif`, `.jpe`, `.png`, `.bmp`, `.dib`, `.rle`, `.gif`, `.emz`, `.wmz`, `.pcz`, `.tif`, `.tiff`, `.cgm`, `.eps`, `.pct`, `.pict`, `.wpg`, qui correspondent à tous les formats d'images qu'Excel est capable de gérer.

Une fois la bonne image sélectionnée, cliquez sur *Insérer* pour la récupérer dans la feuille de calcul. Vous pouvez aussi choisir *Lier au fichier* pour ne stocker dans Excel que le chemin d'accès à l'image et assurer une répercussion automatique des modifications apportées au fichier source. Cette solution évite d'alourdir votre classeur puisque le stockage d'un chemin d'accès utilise moins de place que celui d'une image.

> **FIABILITÉ Pérennité des liens**
>
> Si, par la suite, vous déplacez votre image vers un autre classeur, c'est toujours le chemin d'accès qui est copié et vous ne rencontrez aucun problème particulier. En revanche, dès que vous déplacez l'image elle-même du répertoire à partir duquel elle a été insérée, Excel ne parvient plus à retrouver

sa source et, donc, n'arrive plus à afficher l'image dans votre classeur.

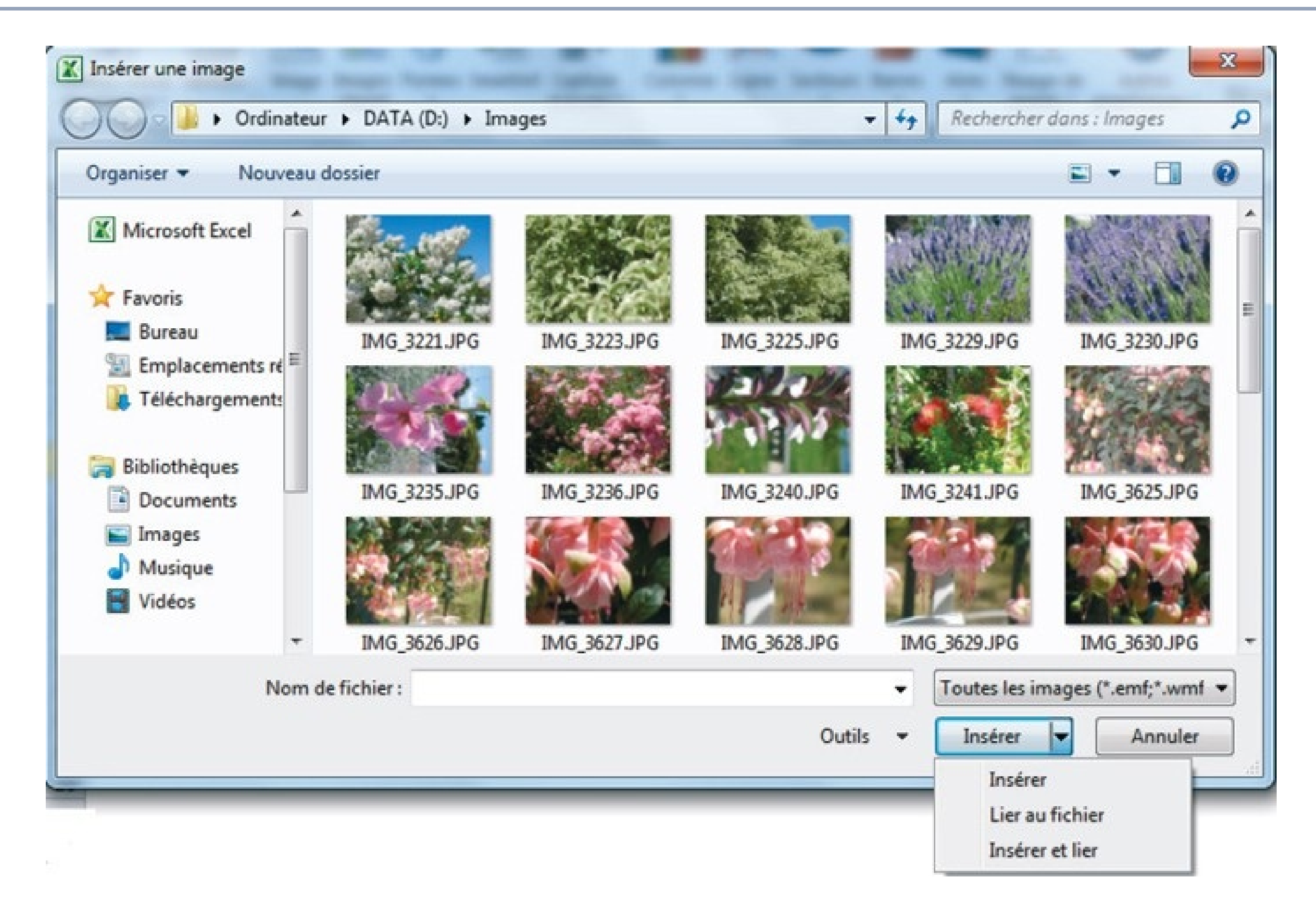


Figure 7–2 Cliquez sur la flèche liée au bouton Insérer pour bénéficier de toutes les modalités offertes par Excel pour récupérer votre image.

Insérer une image du Clipart

VERSIONS Mise en garde

Apparaissant sous le nom *Images Clipart* dans Excel 2010, vous retrouvez cette commande dans Excel 2013 sous l'appellation plus globale *Images en ligne*. Néanmoins, si vous travaillez sous Excel 2013, vous ne pouvez plus bénéficier du volet pour gérer facilement vos images courantes.

Dans Excel 2010, cliquer sur *Insertion>Illustrations>Images Clipart* fait apparaître un volet. Il se peut que ce volet soit vide. Dans ce cas, veillez à ce que la case *Rechercher* soit vide et cliquez sur *OK*. Vous voyez apparaître une sélection de vignettes, reflétant une partie de la bibliothèque multimédia d'Office. À l'issue de l'installation d'Excel sur votre ordinateur, ce volet affiche une collection standard d'illustrations et d'images. Vous pouvez enrichir cette collection initiale avec vos propres fichiers, mais aussi avec les collections proposées sur le site http://Office.microsoft.com. Pour insérer dans la feuille de calcul une image ou une illustration à partir du volet *Clipart*, il suffit de cliquer sur la vignette la représentant.

PERSONNALISER Modifier le contenu du volet Clipart (uniquement sous Excel 2010)

L'avantage du volet *Clipart* est d'avoir sous la main un ensemble d'images et d'illustrations à insérer d'un seul clic dans votre classeur. De plus, des mots-clés sont associés à chaque vignette et vous aident à retrouver vos images plus facilement. Vous pouvez intervenir sur le contenu du volet *Clipart* en utilisant la bibliothèque multimédia de Microsoft, que vous trouverez au bout du chemin d'accès suivant : *Démarrer>Tous les programmes>Microsoft Office>Outils Microsoft Office 2010.*

Si vous disposez d'images ou d'illustrations personnelles stockées sur un support magnétique accessible depuis votre poste de travail, vous pouvez en installer une partie dans votre volet *Clipart*.

Pour y parvenir :

1. Ouvrez la bibliothèque multimédia de Microsoft.
2. Dans la partie gauche de la boîte de dialogue, ouvrez *Mes collections* pour y sélectionner le sous-répertoire de votre choix. Si vous souhaitez en créer un nouveau, cliquez droit sur *Nouvelle collection*, entrez le nom de la nouvelle collection et cliquez sur *OK*.
3. Dans la partie gauche de la boîte de dialogue, sélectionnez le nom de la collection concernée, et choisissez *Fichier>Ajout de clips dans la Bibliothèque multimédia>Moi-même*.
4. Naviguez dans vos supports magnétiques (disques, serveurs, CD, etc.) pour trouver la vignette à insérer. Une fois trouvée, sélectionnez-la. Vérifiez que le nom du clip proposé en bas de la boîte de dialogue vous convient et cliquez sur *Ajouter*.

Si vous voulez récupérer des images ou des illustrations à partir du site web de Microsoft, procédez ainsi :

1. Vérifiez que vous êtes connecté à Internet.
2. Ouvrez la bibliothèque multimédia de Microsoft.
3. Dans la partie gauche de la boîte de dialogue, double-cliquez sur *Collections Web*.
4. Parcourez les divers sous-répertoires afin de trouver la vignette qui vous convient.
5. Cliquez droit sur cette dernière et choisissez *Rendre disponible hors connexion*.
6. Dans la boîte de dialogue qui apparaît ensuite, sélectionnez le sous-répertoire de destination et cliquez sur *OK*.

Pour supprimer une vignette du volet, il suffit de cliquer droit dessus et de choisir *Supprimer de la Bibliothèque multimédia*.



Figure 7–3 Nouvel aspect du volet Clipart après avoir été enrichi des images personnelles et des images proposées par Microsoft.

Les mots-clés associés à une vignette permettent de la retrouver plus facilement en utilisant la fonction de recherche du volet. Pour les modifier :

1 Cliquez droit sur la vignette et choisissez *Modifier les mots-clés*.

2 Dans la fenêtre *Mots-clés pour le clip actuel*, sélectionnez le mot à enlever et cliquez sur *Supprimer*.

3 Vous pouvez aussi saisir un nouveau mot-clé dans la case du même nom et cliquer sur *Ajouter*.

4 Une fois vos modifications effectuées, cliquez sur *OK*.

Dans la case située dans le coin inférieur gauche, vous pouvez également modifier la légende qui apparaîtra ensuite dans une info-bulle lorsque vous placerez le curseur de la souris au-dessus de la vignette.

Insérer une forme

Cliquer sur *Insertion>Illustrations>Formes* fait apparaître un menu proposant plus de 150 formes de base (rectangles, cercles, flèches, etc.). Pour insérer une forme dans un tableau, il faut la choisir au sein de ce menu, puis effectuer un cliquer-glisser sur la feuille de calcul.

Insérer un objet SmartArt

Cliquer sur *Insertion>Illustrations>SmartArt* fait apparaître une boîte de dialogue proposant une collection de vignettes (symbolisant les différents objets SmartArt) organisées en catégories (processus, hiérarchie, etc.). Un objet SmartArt représente graphiquement un concept ou un processus.

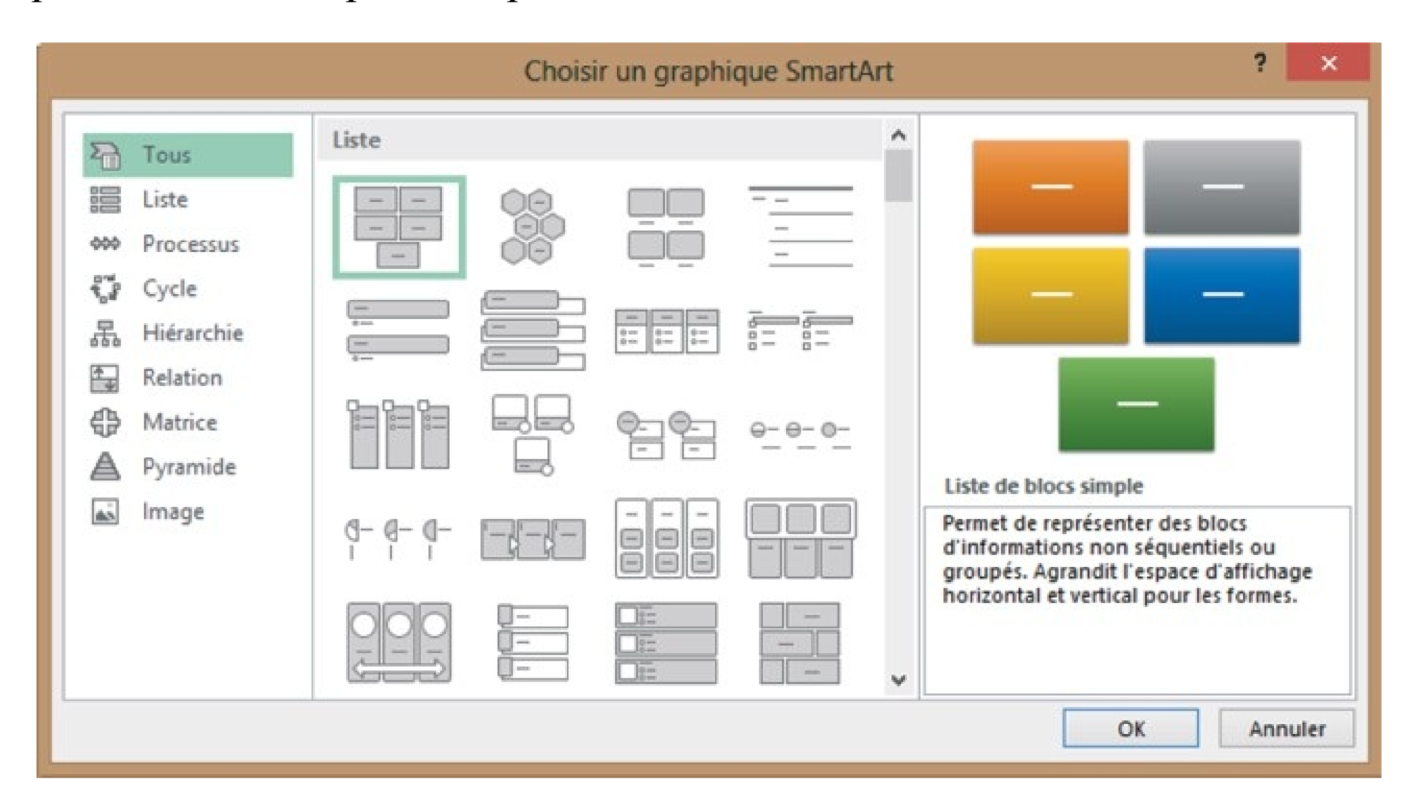


Figure 7–4 Excel fournit environ 200 embryons de schémas capables d'illustrer la majorité des concepts et des processus.

Pour insérer un tel objet :

1 Choisissez *Insertion>Illustrations*.

2 Cliquez sur le bouton *SmartArt*.

3 Dans la boîte de dialogue qui apparaît, sélectionnez une catégorie sur la gauche.

4 Double-cliquez sur la vignette de votre choix sur la droite.

L'objet qui apparaît sur votre feuille de calcul n'est pas finalisé. Il s'agit d'un premier noyau à peine ébauché composé de modules que vous pouvez multiplier ou réduire à loisir. À chaque module correspond un texte à personnaliser ou supprimer. La mise en forme de l'ensemble peut bien entendu être complètement modifiée (remplissage, contours, ombre, texte, etc.).

Insérer une capture d'écran

Cliquer sur *Insertion>Illustrations>Capture d'écran* fait apparaître un menu affichant autant de vignettes que de fenêtres ouvertes et non réduites. Ce menu propose aussi bien des fenêtres Excel que des fenêtres d'autres applications. Cet outil vous permet de récupérer une capture d'écran pour chacune de ces fenêtres. L'objet obtenu dans Excel est une image. Pour insérer une copie d'écran dans une feuille de calcul, vous pouvez suivre deux méthodes.

Première méthode : récupérer l'intégralité de la capture

1. Choisissez *Insertion>Illustrations>Capture d'écran*.
2. Cliquez sur la vignette de la fenêtre dont vous souhaitez obtenir une capture.
3. Vous récupérez l'intégralité du contenu de la fenêtre sélectionnée. Libre à vous d'utiliser ensuite les outils de transformation d'image pour adapter ce premier résultat à vos besoins.

Seconde méthode : récupérer une partie de la capture

Vous pouvez également utiliser l'outil de sélection qui vous permettra de récupérer une image partielle de la fenêtre.

1. Veillez à ce que la première vignette affichée dans le menu corresponde bien à la fenêtre à récupérer.
2. Sélectionnez dans ce même menu la commande *Capture d'écran*. Excel affiche la fenêtre qui peu à peu s'estompe tout en laissant toujours son contenu visible, mais plus pâle.
3. Cliquez-glissez sur la partie de la fenêtre qui vous intéresse (cette action redonne des couleurs à la partie sélectionnée).
4. Vous vous retrouvez soudain sur votre feuille de calcul enrichie d'une image reflétant la portion de fenêtre sélectionnée à l'étape précédente.

> **ASTUCE Avoir en première position la fenêtre intéressante**
>
> Si vous utilisez la seconde technique et n'obtenez pas la vignette de la bonne fenêtre en première position dans le menu, il vous suffit de réduire momentanément celles qui ne vous intéressent pas (vous n'êtes pas obligé de les refermer).

Insérer un graphique

Pour insérer un graphique, le ruban ne vous propose pas un, mais sept (Excel 2010),

voire dix (Excel 2013) boutons regroupés au sein de la catégorie *Graphiques*. La procédure à suivre est très simple. Après avoir sélectionné les cellules contenant les données à représenter, il suffit de choisir un modèle graphique dans les menus proposés à partir de ces boutons. Hélas, c'est dans les détails que se cache la difficulté. C'est pourquoi nous consacrons un chapitre entier aux graphiques (le chapitre 8).

Insérer une zone de texte

Avec l'outil *Zone de texte*, Excel vous offre la possibilité d'afficher du texte dans un espace qui ne correspond pas nécessairement au découpage des cellules.

Voici la procédure à suivre pour insérer une zone de texte.

1. Choisissez *Insertion>Texte>Zone de texte.*
2. Cliquez-glissez sur la feuille de calcul.
3. Saisissez le texte de votre choix à partir du point d'insertion.

À tout moment, vous pouvez revenir sur votre texte et appliquer les mêmes règles de travail que dans un traitement de texte.

ALTERNATIVE Du texte dans toutes les formes

Vous n'êtes pas obligé de passer par une zone de texte pour installer un texte au-dessus de vos cellules. Il faut savoir que tous les types de formes acceptent du texte (à l'exception des traits et des flèches). Pour installer un texte dans une forme :

1. Tracez la forme.
2. Alors que cette dernière est encore sélectionnée, tapez le texte de votre choix.

Insérer un objet WordArt

Choisir *Insertion>Texte>WordArt* affiche un menu proposant un choix de trente mises en forme de caractères. Le fait d'en sélectionner une crée, sur votre feuille de calcul, un rectangle rempli d'un texte qui est une invitation à saisir le vôtre. Le rectangle étant sélectionné, tapez directement votre texte. Votre objet *WordArt* est créé. Comme vous pouvez le constater, il s'agit d'un texte affublé d'une mise en forme très sophistiquée nullement conseillée pour des textes narratifs, mais tout à fait adaptée à des titres, des accroches ou des alertes.

ALTERNATIVE Un style WordArt pour tous les textes

Pour obtenir un texte doté d'une mise en forme sophistiquée, vous n'êtes pas condamné à créer un objet *WordArt*. En effet, comme nous l'avons indiqué précédemment, presque toutes les formes peuvent accueillir du texte, lequel est susceptible de se voir attribuer un style *WordArt*.

SÉCURITÉ Insérer une ligne de signature

Si, avant d'envoyer votre document, vous avez besoin de l'authentifier, l'une des techniques possibles est de lui associer une signature numérique. Bien que le format de la ligne de signature insérée soit une image, ce sujet a davantage de liens avec les problèmes de sécurité lors des échanges de documents. Aussi, il sera traité en détail dans le chapitre 9.

Insérer un objet

Cliquer sur *Insertion>Texte>Objet* affiche une boîte de dialogue avec la liste des différents types d'objets ne bénéficiant pas d'un accès direct dans l'onglet *Insertion* du ruban. Double-cliquez sur le nom de l'objet souhaité. Il apparaît dans la feuille de calcul en même temps que la fonction *INCORPORER* qui s'affiche dans la barre de formule lorsque l'objet est sélectionné.

B.A.-BA Qu'est-ce qu'un objet incorporé ?

L'incorporation d'objet permet d'obtenir des documents composites dont le contenu est issu de plusieurs applications. Dans ce cas, tous les paramètres de l'objet incorporé sont enregistrés physiquement dans le document composite.
Pour modifier l'objet, vous devez double-cliquer dessus. Cela ouvre une fenêtre parée de tous les outils propres à l'application dont est issu l'objet incorporé. Modifiez l'objet au sein de cette fenêtre, puis une fois vos modifications effectuées, cliquez à l'extérieur de l'objet.

RAPPEL Ne boudez pas la simplicité

N'oubliez pas qu'au même titre que les images, ces objets pourraient tout aussi bien être intégrés à votre document par un simple copier-coller. Copiez-les dans leur application d'appartenance (PowerPoint, etc.), puis allez sur votre feuille de calcul et choisissez *Coller*, ou mieux encore, *Collage spécial* (accessible par *Accueil>Presse-papiers>Coller*). Vous avez alors accès à une série d'options qui permettent de maîtriser le format adopté par l'objet au sein d'Excel (objet incorporé, image, etc.) et d'établir un lien éventuel entre l'objet source et l'objet cible afin que tout changement effectué dans le premier soit répercuté dans le second.

ALTERNATIVE Objet incorporé ou copier-coller ?

Voici quelques arguments pour vous aider à choisir entre les deux techniques.
- L'objet que vous souhaitez récupérer dans votre feuille de calcul existe déjà et est susceptible d'évoluer dans le temps. Vous voulez qu'il reflète les modifications apportées dans le temps à l'original : choisissez le copier-coller avec liaison.
- L'objet que vous souhaitez récupérer dans votre feuille de calcul existe déjà mais vous ne voulez pas qu'il reflète les modifications apportées dans le temps à l'original : choisissez le copier-coller sans liaison.
- L'objet que vous souhaitez récupérer dans votre feuille de calcul n'existe pas encore et sera « à

usage unique » : choisissez l'incorporation d'objet.

Insérer une équation

Cliquer sur *Insertion>Symbole>Équation* insère une zone de texte dans la feuille de calcul, ainsi qu'un onglet supplémentaire baptisé *Outils d'équation>Conception*, regroupant les commandes nécessaires à la composition d'une équation. Votre zone de texte étant sélectionnée, combinez les frappes réalisées à partir du clavier et les choix effectués à partir de l'onglet *Conception*, dans le ruban, pour composer peu à peu la syntaxe de votre équation. Une fois achevée, cliquez à l'extérieur de la zone de texte.

Il s'agit à nouveau d'une zone de texte, donc toutes les tâches d'édition et de mise en forme se font exactement de la même manière que dans une zone de texte standard. À partir du bouton *Insertion>Symbole>Équation*, vous pouvez également dérouler un menu qui propose une sélection d'équations courantes. Le simple fait de choisir l'un de ces éléments insère une nouvelle zone de texte contenant l'équation déjà entièrement saisie. Si vous êtes parti de la sélection d'une zone de texte déjà existante et si vous avez cliqué devant un caractère spécifique, l'équation choisie apparaît au niveau du point d'insertion, sinon, elle se place au début de votre texte.

Modifier un objet graphique

Après les avoir insérés, vous aurez certainement quelques adaptations à faire sur vos objets graphiques. Il y a certaines modifications qui suivent les mêmes règles quelle que soit la nature de l'objet inséré (taille, emplacement, etc.). Cependant, d'autres sont spécifiques à chaque objet. C'est ce que nous allons détailler maintenant.

À SAVOIR Trois types d'ancrages possibles

Les objets graphiques que vous insérez sur votre feuille de calcul sont dits flottants (ils semblent flotter au dessus de la feuille), mais en fait, ils peuvent être plus ou moins attachés aux cellules qu'ils recouvrent. Pour modifier le type d'ancrage de l'objet :

1. Cliquez droit dessus.
2. Choisissez *Format de l'image*, *Format de la forme* ou *Format de la zone de graphique*.
3. Si vous travaillez avec Excel 2010, sélectionnez, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, la catégorie *Propriétés* et faites votre choix dans la partie droite de la boîte de dialogue. Si vous travaillez avec Excel 2013, cliquez sur l'icône *Taille et propriétés*, qui figure en troisième position dans le volet apparu à droite de la feuille de calcul.

   Selon son degré d'ancrage, l'objet subira plus ou moins les conséquences des modifications apportées aux cellules au-dessus desquelles il se trouve. Suivant les options choisies, il pourra être déplacé et même déformé avec les cellules.

   – Avec l'option *Déplacer et dimensionner avec les cellules*, l'objet adhère parfaitement à la feuille de calcul. Si la taille des cellules au-dessus desquelles il se trouve est modifiée, l'objet

sera déformé. Si des lignes ou des colonnes sont insérées avant les cellules qu'il recouvre, l'objet sera déplacé.

– Avec l'option *Déplacer sans dimensionner avec les cellules*, l'adhérence de l'objet à la feuille de calcul est moindre. Si la taille des cellules au-dessus desquelles il se trouve est modifiée, l'objet restera intact. Si des lignes ou des colonnes sont insérées avant les cellules qu'il recouvre, l'objet sera déplacé.
– Avec l'option *Ne pas déplacer ou dimensionner avec les cellules*, l'objet est tout à fait flottant. Si la taille des cellules au-dessus desquelles il se trouve est modifiée, l'objet restera intact. Si des lignes ou des colonnes sont insérées avant les cellules qu'il recouvre, l'objet restera à la même place.

Tous les types d'objets peuvent adopter indifféremment les trois options. Néanmoins, lors de leur insertion dans la feuille de calcul, Excel ne leur attribue pas la même propriété par défaut. L'option la plus « adhérente » (*Déplacer et dimensionner avec les cellules*) est attribuée par défaut aux formes, aux zones de texte et aux graphiques. L'option intermédiaire (*Déplacer sans dimensionner avec les cellules*) est attribuée par défaut aux images (quelle que soit leur origine). Sachez également que dans les options avancées d'Excel (*Fichier>Options>Options avancées*), section *Couper, copier, coller*, vous pouvez décocher l'option *Couper, copier et trier les objets avec les cellules*. Dans ce cas, les objets les plus adhérents, qui normalement sont copiés et triés avec les cellules qu'ils recouvrent, ne le sont plus. Pour les autres, cela ne change rien.

PROTECTION Protégez les objets

Vous pouvez verrouiller les objets au même titre que les cellules de la feuille. Quand ils sont verrouillés et que la feuille est protégée, ils ne peuvent plus être modifiés. Pour verrouiller un objet :

1. Cliquez droit sur l'objet.
2. Choisissez *Format de la forme*, *Format de l'image* ou *Format de la zone de graphique*.
3. Si vous travaillez avec Excel 2010, sélectionnez, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, la catégorie *Propriétés*. Si vous travaillez avec Excel 2013, cliquez sur l'icône *Taille et propriétés*, qui figure en troisième position dans le volet apparu à droite de la feuille de calcul. Dans les deux cas, veillez à ce que la case *Verrouillé* soit bien cochée.

Pour réellement mettre en œuvre cette protection, il faut protéger la feuille.

1. Cliquez sur *Révision>Modifications>Protéger la feuille*.
2. Tapez un mot de passe.
3. Tapez-le une nouvelle fois et cliquez sur *OK*.

Pour pouvoir travailler à nouveau sur la feuille, il faut déprotéger la feuille.

1. Cliquez sur *Révision>Modifications>Ôter la protection de la feuille*.
2. Tapez le mot de passe et cliquez sur *OK*.

Sélectionner les objets graphiques

Pour sélectionner un objet, il suffit de cliquer dessus et toutes ses poignées apparaissent.

B.A.-BA Six types de poignées

Les poignées qui apparaissent sur un objet sélectionné n'ont pas toutes le même rôle.

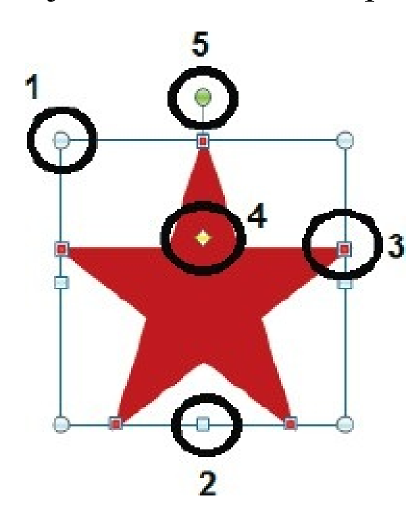


Figure 7–5 Les quinze poignées qui apparaissent sur cet objet revêtent des aspects variés, témoignage de leurs rôles différents.

- Cliquer-glisser à partir de la poignée 1 tout en pressant la touche *Maj* modifie la taille de l'objet en conservant ses proportions.
- Cliquer-glisser à partir de la poignée 2 modifie la taille de l'objet dans une seule direction, contraignant à l'abandon de ses proportions originales.
- Les cinq poignées rouges, à l'image de la poignée 3 n'apparaissent que lorsqu'on s'approche de l'objet pour tracer un trait ou un connecteur. Tracer à partir de l'une de ces poignées crée un lien fort entre l'objet et le trait. Du coup, lorsque l'objet est déplacé ou déformé, le trait attaché le suit.
- La poignée 4 apparaît sur les objets dont certains détails peuvent être adaptés (écraser plus ou moins la pointe d'une flèche, affiner plus ou moins les branches d'une étoile, etc.).
- La poignée 5 apparaît sur tous les objets susceptibles de pivoter.
- Un sixième type de poignée ne figure pas sur ce schéma. Il correspond à celles qui apparaissent lorsque vous choisissez *Outils de dessin>Format>Insérer des formes>Modifier la forme>Modifier les points*. Il est traité en détail quelques paragraphes plus loin.

Vous pouvez également utiliser le *Volet Sélection*. Pour l'afficher, choisissez *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner*, puis *Volet Sélection*. Le nom de tous les objets de votre feuille apparaissent dans le volet. Cliquer sur un des noms sélectionne l'objet correspondant. Pour le refermer, cliquez dans la case de fermeture, dans le coin supérieur droit du volet.

ASTUCE Masquer un objet

Dans le volet *Sélection*, à droite de chacun des noms, apparaît un œil. Cliquer sur cet œil masque l'objet correspondant. Cliquer sur le rectangle devenu blanc (Excel 2010) ou sur le trait (Excel 2013) fait réapparaître l'objet.

Sélectionner plusieurs objets : première technique (clic)

Pour sélectionner plusieurs objets simultanément, il faut cliquer sur le premier, puis

maintenir la pression sur la touche *Ctrl* et cliquer sur les autres objets. La touche *Maj* remplit également très bien ce rôle. Pour exclure un objet de cette sélection multiple, il suffit de cliquer à nouveau dessus tout en maintenant la pression sur la touche *Ctrl*. Cette technique fonctionne aussi très bien à partir des noms d'objets dans le *Volet Sélection*.

Sélectionner plusieurs objets : seconde technique (lasso)

Dans le menu *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner*, choisissez la commande *Sélectionner les objets*. Dès lors, vous ne pouvez plus sélectionner les cellules, mais en revanche, vous pouvez tracer des lassos autour des objets.

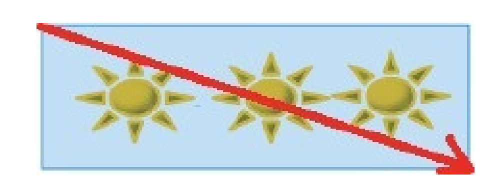


Figure 7–6 Tracer un lasso consiste à cliquer-glisser autour des objets à sélectionner en dessinant un rectangle suffisamment grand pour tous les englober. En lâchant la souris, les objets sont sélectionnés.

ASTUCE Sélectionner tous les objets d'une feuille

1. Choisissez *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner*, puis *Sélectionner les cellules*.
2. Dans la boîte de dialogue, cochez l'option *Objets*.

Dès que vous avez cliqué sur *OK*, vous vous retrouvez sur votre feuille de calcul avec l'intégralité des objets sélectionnés.

Modifier l'emplacement des objets graphiques

Il faut cliquer-glisser à partir d'un objet pour le déplacer. Quel que soit l'objet sélectionné, les techniques exposées ici ont les mêmes conséquences :

- cliquer-glisser tout en pressant la touche *Ctrl* duplique l'objet ;
- cliquer-glisser tout en pressant la touche *Maj* contraint le déplacement de l'objet sur une ligne parfaitement horizontale ou verticale (tout dépend du mouvement imprimé à l'objet au début de l'action) ;
- cliquer-glisser tout en pressant la touche *Alt* transforme le quadrillage de la feuille en grille magnétique qui attire les bords de l'objet et permet un alignement parfait sur les cellules (mais attention, uniquement si la grille magnétique est désactivée !).

ATTENTION Grille magnétique activée ou non

Avec la commande *Outils de dessin>Format>Organiser>Aligner>Aligner sur la grille* activée, sans presser aucune touche particulière, l'objet à partir duquel vous cliquez-glissez sera attiré par le quadrillage de la feuille. En revanche, si vous cliquez-glissez en pressant la touche *Alt*, vous pourrez

le déplacer avec une totale liberté. Donc, faites bien attention à l'état de cette commande, car le comportement de la touche *Alt* en dépend.

Déplacer finement un objet

Déplacer un objet, grille magnétique désactivée

Si après avoir sélectionné l'objet, vous utilisez les touches de direction *Bas* et *Droite*, il se déplacera par petits sauts dans le sens de la touche de direction choisie. Cette technique autorise un déplacement très fin et parfaitement vertical ou horizontal. Si vous agrandissez le zoom qui régit l'affichage de votre feuille de calcul, (en le fixant à `400 %` par exemple), le déplacement sera encore plus fin.

VERSION Le rôle des touches Haut et Gauche diffèrent

Attention, avec Excel 2010, le rôle des touches *Haut* et *Gauche* est différent. Elles peuvent jouer sur la taille de l'objet. Pour la touche gauche, par exemple, si le bord droit de l'objet est calé sur le bord droit d'une cellule, l'objet va être étendu par son bord gauche jusqu'à ce qu'il adhère parfaitement au bord gauche de la prochaine cellule. Si son bord droit est flottant, l'objet commence par être déplacé vers la gauche jusqu'à ce que son bord droit soit calé sur le bord droit de la prochaine cellule, puis il est déformé jusqu'à ce que son bord gauche adhère parfaitement au bord gauche de la cellule. Le comportement de la touche de direction *Haut* est exactement le même, mais relativement aux bords supérieur et inférieur des cellules.
Avec Excel 2013, les touches *Haut* et *Gauche* ont le même rôle que les touches *Bas* et *Droite*.

Déplacer un objet, grille magnétique activée

Dans ce cas, les quatre touches de direction agissent de la même manière. Elles déplacent l'objet en le faisant sauter d'une cellule à l'autre de façon à le caler sur la bordure correspondant au sens de la touche choisie. Maintenir la touche *Ctrl* pressée inverse le comportement dicté par la grille magnétique. Dans ce cas, les touches de direction ont le même rôle que celui qui est exposé dans le paragraphe précédent.

Modifier l'alignement des objets graphiques

Aligner plusieurs objets horizontalement ou verticalement

Si vous avez plusieurs objets disposés verticalement et dont l'alignement laisse à désirer, vous pouvez passer par les première, deuxième et troisième commandes du menu *Outils de dessin>Format>Organiser>Aligner*.

- Avec *Aligner à gauche*, Excel aligne tous les objets sélectionnés sur le bord gauche de l'objet situé à l'extrême gauche de la sélection.

- Avec *Centrer*, Excel aligne tous les objets sélectionnés par rapport à leur point central en les plaçant sur une ligne choisie à mi-chemin entre le point le plus à gauche et le point le plus à droite des objets sélectionnés.
- Avec *Aligner à droite*, Excel aligne tous les objets sélectionnés sur le bord droit de l'objet situé à l'extrême droite de la sélection.

Si vous avez plusieurs objets disposés horizontalement et dont l'alignement laisse à désirer, vous pouvez passer par les quatrième, cinquième et sixième commandes du menu *Outils de dessin>Format>Organiser>Aligner*.

- Avec *Aligner en haut*, Excel aligne tous les objets sélectionnés sur le bord supérieur de l'objet situé le plus haut.
- Avec *Aligner au milieu*, Excel aligne tous les objets sélectionnés par rapport à leur point central en les plaçant sur une ligne choisie à mi-chemin entre le point le plus haut et le point le plus bas des objets sélectionnés.
- Avec *Aligner en bas*, Excel aligne tous les objets sélectionnés sur le bord inférieur de l'objet situé le plus bas.

OPTION Aligner les objets par rapport au quadrillage

Ce point a été longuement traité dans la section « Aligner plusieurs objets horizontalement ou verticalement ». Il met en jeu la commande *Aligner sur la grille* ainsi que les touches *Alt*, *Ctrl* et les touches de direction.

Aligner un objet sur un autre

Vous pouvez faire en sorte que lorsque vous approchez un objet d'un autre objet, il y ait une attirance magnétique entre eux (qui prenne le pas sur l'attirance magnétique du quadrillage). Dans ce cas, activez la commande *Outils de dessin>Format>Organiser>Aligner>Aligner sur la forme*.

Faire pivoter les objets graphiques

Dès qu'un objet affiche une poignée verte (Excel 2010) ou matérialisée par deux cercles concentriques (Excel 2013), il peut pivoter (voir plus haut l'encart concernant les différents types de poignées). Pour cela, il suffit de cliquer-glisser à partir de cette poignée.

- Presser la touche *Maj* pendant l'opération contraint la rotation à des sauts de 15°.
- Presser la touche *Alt* tout en utilisant les touches de direction *Droite* ou *Gauche* fait pivoter l'objet vers la droite ou vers la gauche par sauts de 15°.

Le menu *Outils de dessin>Format>Organiser>Rotation* offre des options de miroir

vertical ou horizontal, ainsi que des quarts de tours.

Modifier la superposition des objets graphiques

Au fur et à mesure de leur apparition sur la feuille de calcul, les objets les plus récents relèguent à l'arrière-plan les plus anciens et, s'ils se chevauchent, les plus récents recouvrent les plus anciens. Vous pouvez modifier l'ordre de cet « empilement » en utilisant les articles des menus *Outils de dessin>Format>Organiser>Avancer* et *Outils de dessin>Format>Organiser>Reculer*. En utilisant *Avancer* ou *Reculer*, vous faites progresser l'objet vers le haut ou le bas de la pile strate par strate. En utilisant *Mettre au premier plan* ou *Mettre à l'arrière plan*, vous placez directement l'objet tout en haut ou tout en bas de la pile.

Grouper les objets graphiques

Si certains objets doivent être déplacés ou déformés ensemble, vous pouvez les grouper.

1 Sélectionnez les objets à grouper.

2 Choisissez *Outils de dessin>Format>Organiser>Grouper>Grouper*.

Un groupe peut être scindé à tout moment en choisissant *Outils de dessin>Format>Organiser>Grouper>Dissocier*.

BON À SAVOIR Associer à nouveau un objet à un groupe

Choisir *Outils de dessin>Format>Organiser>Grouper>Regrouper* à partir de la sélection d'un objet reconstitue le dernier groupe dans lequel il était impliqué.

Des objets groupés peuvent continuer à être modifiés, déformés et déplacés individuellement. Tout dépend de la sélection. Si l'objet sélectionné est le groupe, les modifications sont collectives ; sinon, elles ne s'appliquent qu'à l'objet sélectionné.

ASTUCE Convertir une image du Clipart en objet dans Excel 2010

Si vous travaillez sous Excel 2010, vous trouverez dans le *Clipart* des images que vous souhaiterez utiliser à condition de pouvoir en effacer certaines composantes ou en modifier quelques paramètres. Les fonctions de dissociation et de regroupement vous le permettront.

1. L'image ci-dessous ayant été insérée dans la feuille de calcul à partir du *Clipart*, choisissez *Outils de dessin>Format>Organiser>Grouper>Dissocier*.

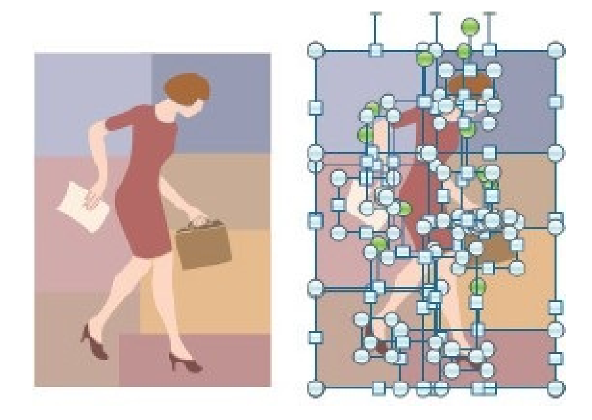


Figure 7–7 L'image de gauche a été récupérée telle quelle depuis le Clipart. L'image de droite a été dissociée. Elle a maintenant le format d'un dessin composé lui-même d'une multitude de formes de base, toutes dotées de leurs huit poignées, d'où son aspect un peu confus.



Figure 7–8 L'image de gauche a été récupérée telle quelle depuis le Clipart. L'image de droite, après avoir été dissociée, a été nettoyée, puis groupée à nouveau.

2. À travers une boîte d'alerte, Excel vous propose de convertir l'image sélectionnée en dessin. Répondez *Oui*.
3. Toujours à partir de la même sélection, choisissez une nouvelle fois *Outils de dessin>Format>Organiser>Grouper>Dissocier*.
4. L'image apparaît maintenant comme la juxtaposition d'innombrables formes. Supprimez, déplacez et modifiez les formes selon vos désirs.
5. Une fois le « ménage » effectué, sélectionnez toutes les formes et choisissez *Outils de dessin>Format>Organiser>Grouper>Grouper*. L'image est reconstituée… mais à votre façon.

Modifier la taille d'un objet graphique

Pour modifier la taille d'un objet, le plus simple est de cliquer-glisser depuis ses poignées d'angle (en pressant la touche *Maj* pour conserver ses proportions) ou depuis les autres poignées (celles qui se trouvent sur les bords) si la conservation des proportions importe peu. À partir de l'onglet *Outils de dessin>Format*, vous disposez également de la catégorie *Taille* avec deux boutons toupies pour régler la largeur et la hauteur de l'objet.

ASTUCE Traçages et modifications spécifiques

Lors du traçage d'une forme, si vous pressez la touche *Maj*, vous obtenez un objet parfait (rond,

carré, etc.). Si vous pressez la touche *Ctrl*, la forme croît dans toutes les directions (et non pas seulement dans celle du cliquer-glisser). Si la grille magnétique est activée, la touche *Alt* autorise un tracé indépendant de la grille ; sinon, elle contraint le tracé à suivre cette dernière.
Lors de la modification de la taille d'un objet, presser la touche *Ctrl* applique la transformation des deux côtés du cliquer-glisser. À nouveau, la touche *Alt* contrarie la grille magnétique : déformation indépendante de la grille si cette dernière est activée, calée sur elle sinon.

Rogner un objet

Si l'objet sélectionné est une image, vous pouvez le rogner. Le principe du rognage est de masquer plus ou moins profondément les bords de l'image.




Figure 7–9 L'image de gauche est l'image initiale. Celle de droite a été rognée (la taille du bonhomme en galets est identique, mais les bords ont disparu).

1 Sélectionnez l'image.

2 Choisissez *Outils image>Format>Taille>Rogner>Rogner*.

3 Des traits épais apparaissent à côté des poignées initiales de votre image. À partir de ces traits, cliquez-glissez afin de réduire la taille de l'image. Une fois le rognage terminé, cliquez à l'extérieur de l'image.

Même si elle est rognée, l'intégralité de l'image est gardée en mémoire, ce qui fait qu'à tout moment, vous pouvez revenir en arrière et faire apparaître à nouveau les parties cachées. Toutefois, si vous êtes sûr de votre fait, et pour alléger le poids du classeur, vous pouvez compresser l'image. Pour cela :

1 L'image étant sélectionnée, choisissez *Outils image>Format>Ajuster>Compresser les images*.

2 Dans la boîte de dialogue, cochez les options qui vous conviennent et cliquez sur *OK*.

Dans l'exemple proposé précédemment, l'image rognée et compressée a fait passer le poids du classeur de 189 Ko à 79 Ko.

Modifier le dessin d'une forme

Jouer sur les points de la forme

Pour redimensionner les formes, vous n'êtes pas limité aux huit poignées de sélection. Vous bénéficiez de la commande *Outils de dessin>Format>Insérer des formes>Modifier la forme>Modifier les points*. Sur n'importe quelle forme, cette dernière fait apparaître autant de poignées que « d'angles », baptisées dans ce cas « points ». Ces points ont un aspect différent des poignées présentées au début de cette section.

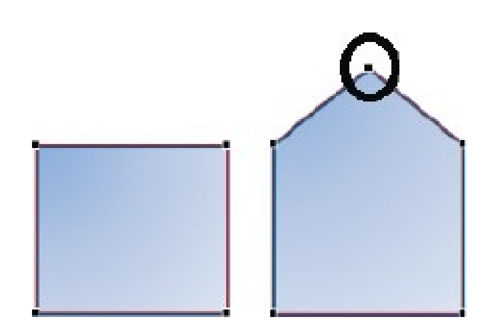


Figure 7–10 Le dessin de gauche a été tracé à partir de la forme Rectangle. Le dessin de droite est une copie dans laquelle on a simplement ajouté un point.

Une fois ces points affichés, vous positionnez le curseur dessus et cliquez-glissez pour modifier la forme originale.

Pour ajouter un point, cliquez sur un trait tout en pressant la touche *Ctrl*. Vous pouvez également placer la souris au-dessus d'un trait et, lorsque le curseur prend la forme d'une petite croix, cliquer-glisser. Un nouveau point apparaît.

Pour supprimer un point, cliquez dessus en pressant la touche *Ctrl*.

EN PRATIQUE Point d'angle, lisse ou symétrique ?

Les points qui marquent les angles d'une forme peuvent être de trois types : point d'angle, point symétrique ou point lisse. Suivant le type, l'aspect de « l'angle » varie. Pour obtenir le schéma suivant :

1. Tracez la forme de base *Triangle isocèle*.
2. Dupliquez-la deux fois de suite en faisant un cliquer-glisser à partir de la forme tout en pressant la touche *Ctrl*.
3. Cliquez droit sur la deuxième forme et choisissez *Modifier les points*.
4. Cliquez droit sur le point supérieur et choisissez *Point symétrique*.
5. Cliquez droit sur la troisième forme et choisissez *Modifier les points*.
6. Cliquez droit sur le point supérieur et choisissez *Point lisse*.

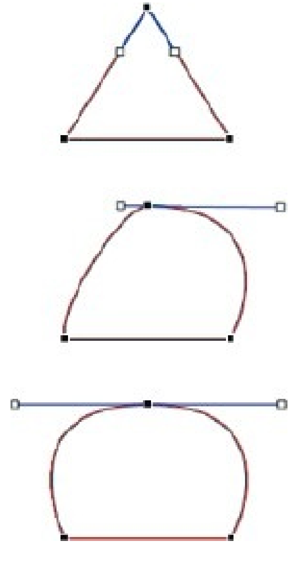


Figure 7–11 Il s'agit de la même figure de base (un triangle isocèle), avec successivement, un point d'angle, un point symétrique et un point lisse.

Quelle que soit la nature du point, il est encadré de deux segments. Avec un point d'angle, les deux segments forment un angle allant de 0 à 360° et n'ont pas nécessairement la même longueur. Avec un point symétrique, les deux segments forment un angle plat, mais n'ont pas nécessairement la même longueur. Avec un point lisse, les deux segments forment un angle plat et ont la même longueur. Une fois la nature du point choisie, vous modifiez « l'inclinaison » de l'angle en utilisant les poignées situées aux extrémités des deux segments.
À partir d'un point d'angle, si vous cliquez-glissez depuis un segment, vous modifiez l'angle lui-même, mais pas la nature du point. Si vous pressez en même temps la touche *Maj*, vous le transformez en point lisse. Si vous pressez en même temps la touche *Ctrl*, vous le transformez en point symétrique.

Maîtriser les points d'angle à travers les segments

Vous jouez également sur l'aspect des angles en passant par la nature du segment qui sépare deux points. Pour obtenir un segment droit :

1 Cliquez droit sur la forme.

2 Choisissez *Modifier les points*.

3 Cliquez droit sur le segment.

4 Choisissez *Segment droit*.

Pour obtenir un segment courbé :

1 Cliquez droit sur la forme.

2 Choisissez *Modifier les points*.

3 Cliquez droit sur le segment.

4 Choisissez *Segment courbé*.

Ouvrir ou fermer les trajectoires d'une forme

Par défaut, les formes que vous tracez sont fermées (le périmètre est constitué d'une ligne continue). Vous avez la possibilité de les ouvrir.

1 Cliquez droit sur la forme.

2 Choisissez *Modifier les points*.

3 Cliquez droit sur le point à partir duquel vous voulez ouvrir la forme.

4 Choisissez *Ouvrir la trajectoire*.

Le point choisi à l'étape 3 est dédoublé, chacun se retrouvant avec un segment unique de point d'angle. Une fois ces transformations exécutées, vous pouvez à tout moment refermer la forme en cliquant droit sur l'un des deux points et en choisissant *Fermer la trajectoire*.

Choisir une autre forme

Si vous avez modifié les formats et souhaitez changer de forme sans perdre ces derniers, vous pouvez dérouler le bouton *Outils de dessin>Format>Insérer des formes>Modifier la forme>Modifier la forme*, puis choisir la forme de votre choix. La nouvelle forme est appliquée, mais les formats initiaux sont conservés.

Bien utiliser les formes libres

Parmi les formes proposées, vous en trouverez trois qui demandent une attention particulière. Il s'agit de *Courbe*, *Forme libre* et *Dessin à main levée*. Les deux premiers permettent de tracer une forme segment par segment, alors que le dernier s'apparente à un dessin réalisé à la main.

- Avec *Courbe*, cliquez une première fois, relâchez la souris puis cliquez à nouveau et procédez ainsi jusqu'à ce que votre dessin soit terminé. Pour mettre fin au dessin, double-cliquez. La forme obtenue est composée de points lisses.
- Avec *Forme libre*, cliquez une première fois, relâchez la souris puis cliquez à nouveau ; procédez ainsi jusqu'à ce que votre dessin soit terminé. Pour mettre fin au dessin, double-cliquez. La forme obtenue est composée de points d'angle. En pressant la touche *Maj* pendant votre tracé, vous n'obtiendrez que des angles multiples de 45°.
- Avec *Dessin à main levée*, démarrez votre dessin en cliquant, puis, sans relâcher la souris, glissez pour faire le tracé. Pour terminer, relâchez la souris. La forme obtenue est composée de points d'angle.

> **ASTUCE Plutôt déformer une forme initiale**
>
> Plutôt que de tracer une forme particulière en utilisant l'un des trois outils *Forme libre*, vous gagnerez du temps en partant de la forme la plus proche du résultat final, puis en la modifiant point par point.

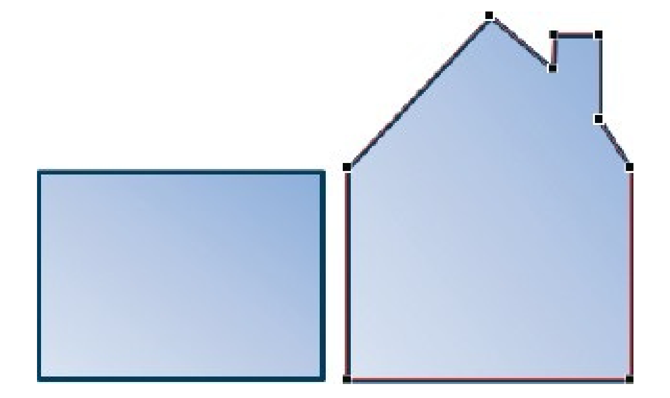


Figure 7–12 Au lieu d'être réalisée à partir de l'outil Forme libre, cette maison est née de la déformation d'un rectangle auquel on a ajouté cinq points.

Exploiter la poignée jaune de certaines formes

À l'issue du tracé de certaines formes, une poignée jaune apparaît. Elle indique que certains détails peuvent être adaptés (écraser plus ou moins la pointe d'une flèche, affiner plus ou moins les branches d'une étoile, etc.).

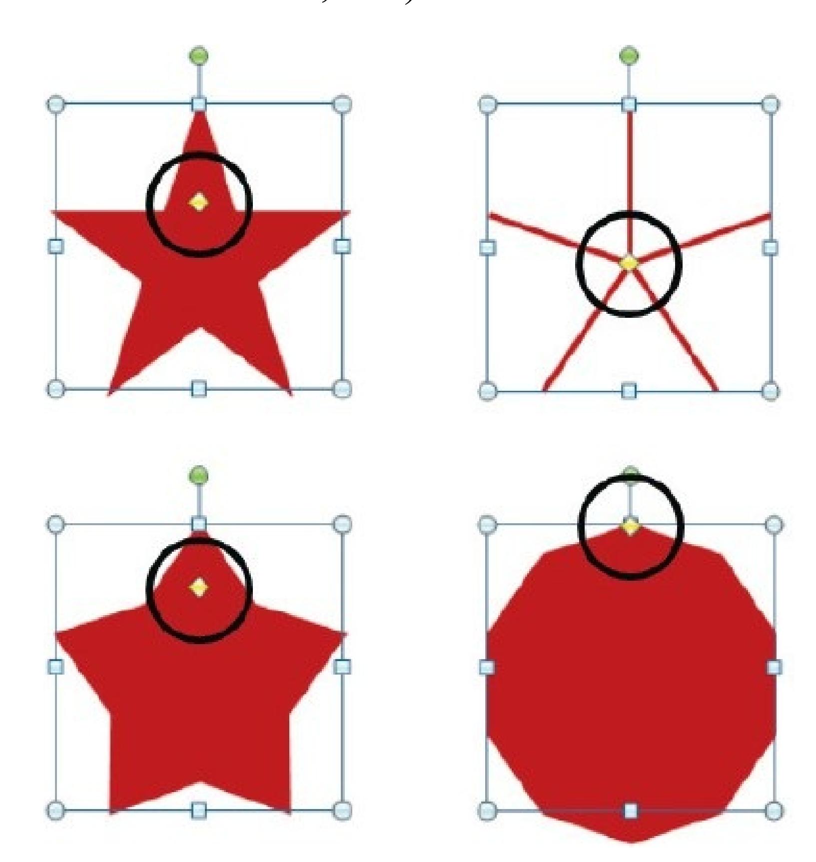


Figure 7–13 L'objet tracé initialement est celui qui figure dans le coin supérieur gauche. Il s'agit de l'étoile à cinq branches. Les trois autres sont issus de la duplication de cet objet. Sur chacun des duplicatas, on a simplement fait glisser la poignée jaune.

Modifier la composition d'un graphique SmartArt

Lorsque vous insérez un objet SmartArt (voir, au début de ce chapitre, la section « Insérer un objet SmartArt »), le résultat obtenu n'est pas finalisé. Il s'agit d'un premier noyau à

peine ébauché composé de modules que vous pouvez multiplier ou réduire à loisir. Vous modifiez sa composition en travaillant directement dans la zone graphique ou dans la zone de texte.

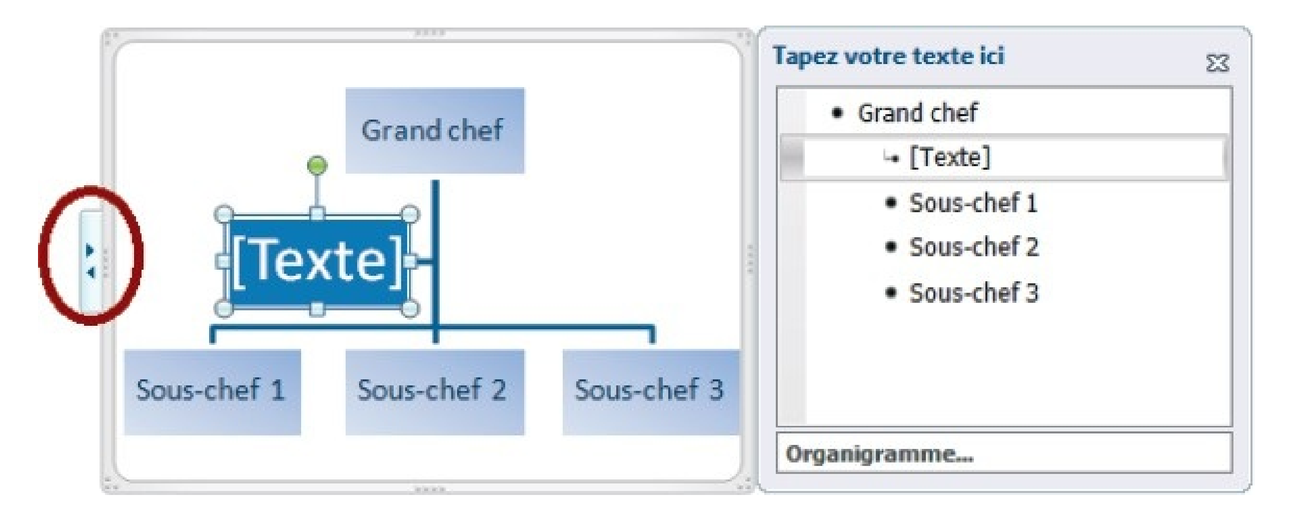


Figure 7–14 Affichez ou masquez la zone de texte en cliquant sur les flèches (sur cette figure, entourées d'un cercle).

Supprimer une case d'un graphique SmartArt

1 Sélectionnez la case.

2 Pressez la touche *Suppr*.

Vous pouvez également sélectionner le texte correspondant à la case et presser la touche *Retour arrière* jusqu'à ce que le texte et la boîte associée disparaissent.

Ajouter une case dans un graphique SmartArt

1 Cliquez droit sur la case la plus proche de celle que vous souhaitez ajouter.

2 Choisissez *Ajouter une forme* puis, en fonction de la position hiérarchique souhaitée pour la nouvelle case, choisissez l'une des quatre premières options proposées dans le menu.

Vous pouvez également passer par la zone de texte et presser la touche *Retour* après avoir placé le point d'insertion juste à la fin du texte précédant la nouvelle case. Jouez ensuite avec les touches *Tabulation* et *Maj+Tabulation* pour déplacer la nouvelle case dans la hiérarchie. Il est aussi possible de passer par les boutons de la catégorie *Créer un graphique* dans l'onglet *Outils SmartArt>Création*.

Modifier le format du graphique SmartArt

Une fois le type de diagramme choisi à la création, vous pouvez appliquer globalement toute une série de nuances en faisant votre choix dans la catégorie *Dispositions et Styles SmartArt*. Ces options sont pour la plupart fondées sur le thème du classeur et peuvent donc être amenées à changer si le thème est modifié. Vous pouvez également

personnaliser chaque forme indépendamment des autres en modifiant les formats comme vous le feriez pour n'importe quel objet graphique (voir la section suivante).

Convertir le graphique SmartArt

Une fois le diagramme abouti, et afin de le manipuler comme un objet quelconque, convertissez-le en un groupe de formes en choisissant *Outils SmartArt>Création>Convertir en formes*.

Modifier le format d'un objet graphique

Quel que soit l'objet graphique concerné, l'accès à ses paramètres de formatage est toujours le même. Dès que vous cliquez dessus, un onglet contextuel apparaît dans le ruban. Il s'intitule *Format* et propose un accès direct aux principaux paramètres de formatage propres à l'objet sélectionné.

Pour les images, la catégorie *Styles d'images* offre deux types de menus. Ceux situés à droite de la catégorie proposent les commandes pour maîtriser complètement un paramètre de l'image (contour, effets d'ombre, de lumière, etc.). Ces menus s'adressent aux utilisateurs avertis ayant une idée précise de l'effet produit par les combinaisons d'options choisies. Le menu situé à gauche propose une collection de vignettes, chacune assemblant une sélection de choix que vous auriez pu faire à partir des menus de droite ; ces vignettes constituent des outils prêts à l'emploi susceptibles d'embellir les images intégrées à vos classeurs sans y passer trop de temps.

Pour les formes et les objets SmartArt, on trouve le même dispositif, mais dédoublé. La catégorie *Styles de formes* offre, à droite, les menus permettant d'intervenir en détail sur un aspect de la forme et à gauche, des vignettes correspondant à des mises en forme prêtes à l'emploi. Vous trouverez également une catégorie *Styles WordArt* permettant de faire la même chose, mais sur le texte inséré dans la forme sélectionnée.

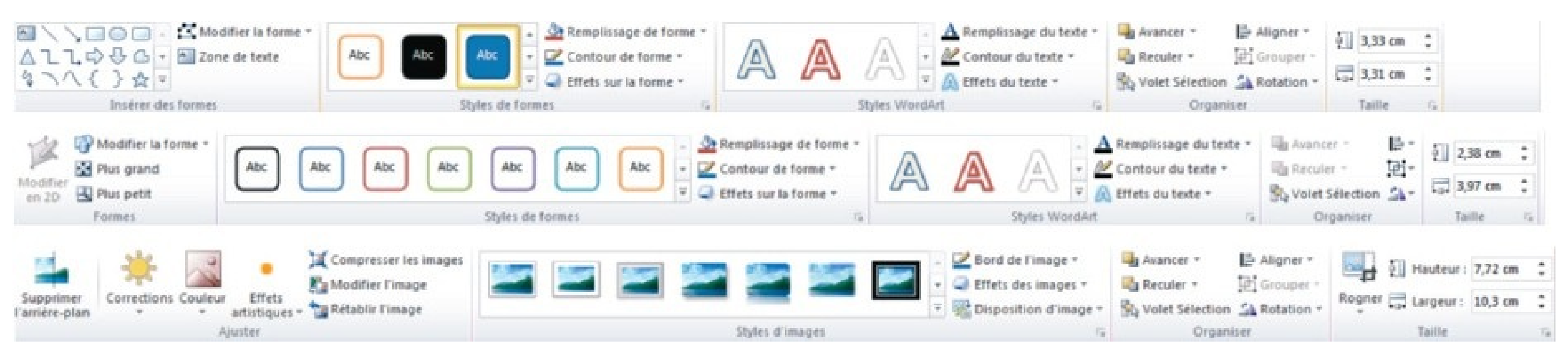


Figure 7–15 En fonction du type d'objet sélectionné, l'onglet contextuel Format du ruban revêt un aspect légèrement différent. Ici, le premier onglet correspond aux choix proposés pour un dessin, le deuxième concerne les objets SmartArt et le troisième, les images.

Pour avoir accès à l'intégralité des options de formatage, il faut choisir *Format de la*

forme ou *Format de l'image* dans le menu contextuel qui apparaît lorsque vous cliquez droit sur l'objet graphique.

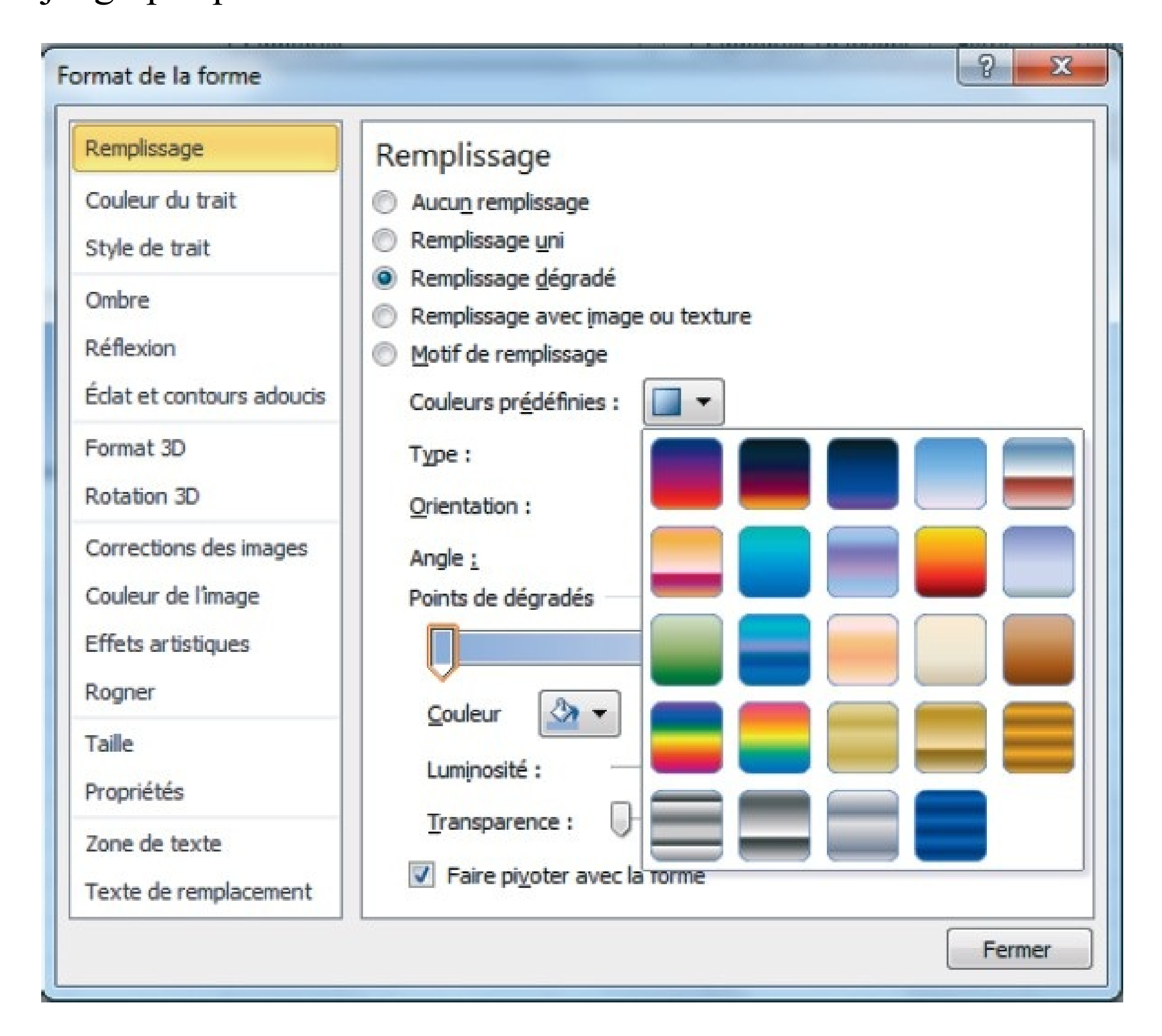


Figure 7–16 Sous Excel 2010, cette boîte de dialogue propose toutes les options de formatage de l'objet graphique sélectionné. Elles sont organisées en catégories. Il suffit de cliquer sur l'une des catégories dans la partie gauche de la boîte de dialogue pour voir apparaître les paramètres correspondants dans la partie droite. Sous Excel 2013, ces options sont proposées dans un volet qui apparaît à droite de la feuille de calcul et sont regroupées sous trois ou quatre grandes familles selon le type d'objet sélectionné.

La mise en œuvre des diverses options proposées dans la boîte de dialogue *Format de la forme* ou *Format de l'image* ne posant aucun problème particulier, nous ne nous attarderons pas davantage sur le détail de leur contenu.

TECHNIQUE Maîtriser les dégradés

Toutes les formes peuvent être remplies par un dégradé. Pour l'installer :

1. Cliquez droit sur l'objet et sélectionnez *Format de la forme*.
2. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Remplissage* et, dans la partie droite, sélectionnez *Remplissage dégradé*. Sous Excel 2013, dans le volet apparu à droite de la feuille de calcul, cliquez sur l'icône *Remplissage et ligne*, puis cliquez sur le bouton *Remplissage dégradé*.
3. Déroulez le menu *Couleurs prédéfinies* (Excel 2010) ou *Dégradés prédéfinis* (Excel 2013) pour

choisir un dégradé élaboré prêt à l'emploi, mais vous pouvez également le composer vous-même. Pour composer votre propre dégradé :

1. Concentrez-vous sur la bande de couleur située sous la rubrique *Points de dégradés*. C'est sur elle que vous allez définir le nombre de couleurs composant le dégradé ainsi que leur place respective.
2. Pour enrichir le dégradé d'une couleur, cliquez sur la bande à un endroit où il n'y a pas de point de dégradé (un point de dégradé ressemble ici à un petit trombone).
3. Pour supprimer un point de dégradé, sélectionnez-le et cliquez sur le bouton *Supprimer le point de dégradé* situé à droite de la bande de couleur.
4. Une fois que vous avez installé tous les points, répartissez-les, par des cliquer-glisser, sur la bande, afin d'attribuer à chaque couleur la place qu'elle mérite (pour préciser la position d'un point, sélectionnez le sur la bande et entrez directement un pourcentage dans la case *Position*).

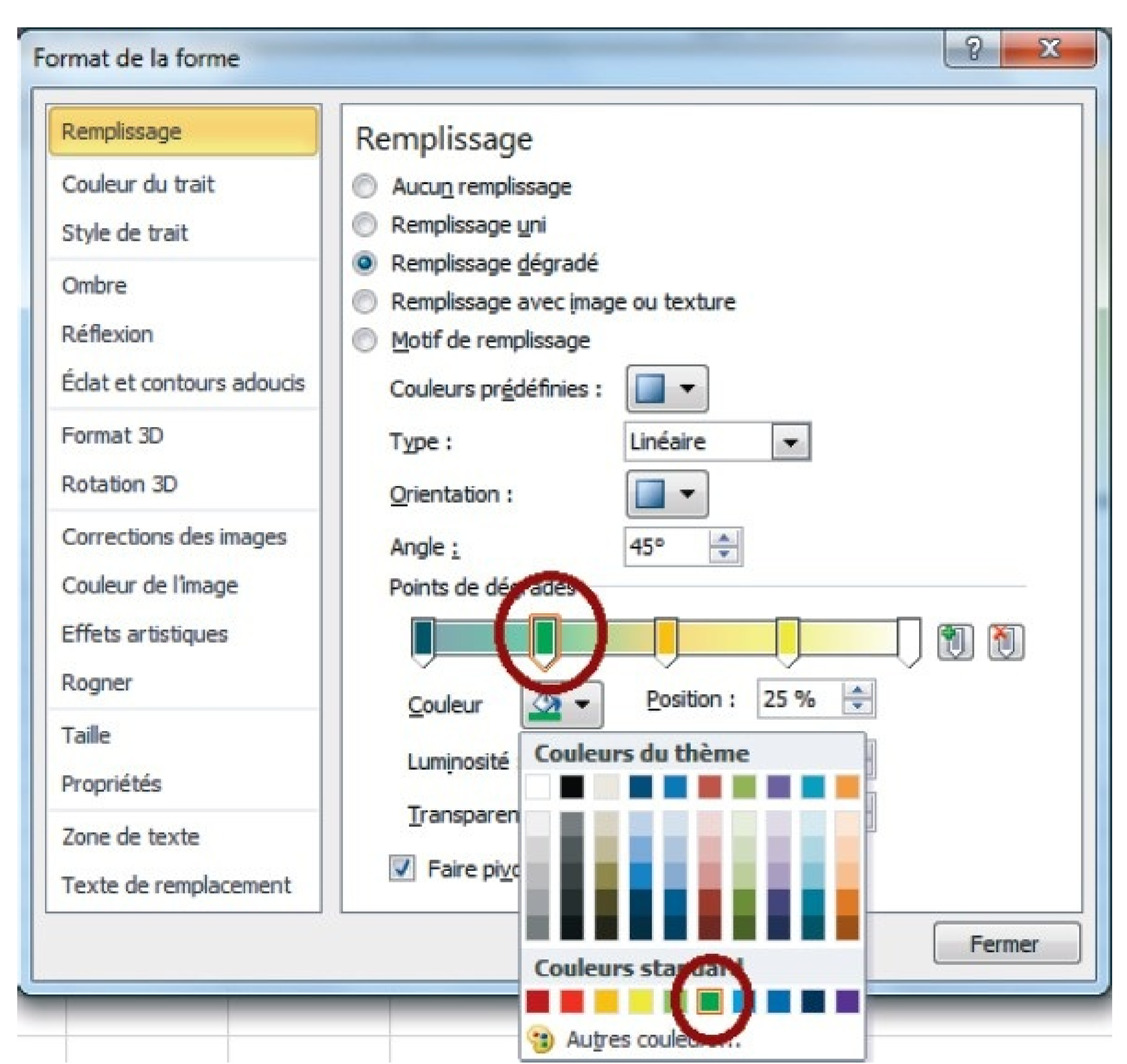


Figure 7–17 Le deuxième point de dégradé est sélectionné. C'est à lui que s'applique la couleur choisie ici.

5. Vous pouvez maintenant définir chaque couleur. Pour cela, sélectionnez le premier point que vous rencontrez sur la bande et choisissez une couleur dans le menu déroulant *Couleur*. Vous pouvez en profiter pour modifier sa luminosité et sa transparence.
6. Une fois que tout est réglé, pour ce premier point, sélectionnez le deuxième point et effectuez les mêmes types de réglages. Procédez ainsi jusqu'à ce que toutes les couleurs composant le dégradé vous conviennent.

7. Enfin, vous pouvez régler les paramètres généraux du dégradé en utilisant les menus déroulants *Angle* et *Type*.

Ayez simplement en tête que sur 70 couleurs proposées dans la palette, 56 dépendent du thème actif (tout comme certains effets). Si vous modifiez le thème du classeur après coup, tous les choix faits dans le cadre d'un thème pointeront sur les mêmes emplacements de la palette ou de la liste d'effets, mais la matière proposée dans le nouveau thème ayant changé, l'aspect de vos objets graphiques subira la même évolution.

LUDIQUE Encadrez vos photos

Pour remplir vos formes, vous pouvez non seulement choisir une couleur, une texture ou un dégradé, mais aussi une photo.



Figure 7–18 Un objet peut être garni d'une image, ce qui permet de donner des formes amusantes aux photos.

1. Cliquez droit sur la forme et choisissez *Format de la forme*.
2. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, sélectionnez *Remplissage* et, dans la partie droite, cliquez sur *Remplissage avec image ou texture*. Sous Excel 2013, dans le volet apparu à droite de la feuille de calcul, cliquez sur l'icône *Remplissage et ligne*, puis sur le bouton *Remplissage avec image ou texture*.
3. Cliquez sur *Fichier* et parcourez les supports magnétiques accessibles depuis votre poste de travail pour trouver la photo destinée à garnir la forme.
4. Sélectionnez-la et cliquez sur *Insérer*.

Quelques aspects du formatage étant néanmoins un peu délicats, vous trouverez dans les sections suivantes le détail de certains d'entre eux.

Modifier les effets sur un objet

Outre son remplissage et son contour, vous pouvez donner du relief à un objet en jouant

sur six types d'effets (ombre, réflexion, lumière, etc.). Vous trouvez ces options dans le menu *Format>Styles de forme>Effets*.

- Une ombre externe donne du volume à un objet alors qu'une ombre interne le fait apparaître en creux. Les biseaux provoquent le même genre d'impression en ajoutant une sophistication supplémentaire.
- Une réflexion donne l'illusion qu'un objet se reflète dans un plan d'eau ou un miroir.
- Une lumière entoure l'objet d'un halo plus ou moins important.
- Une rotation 3D fait pivoter l'objet dans l'espace.

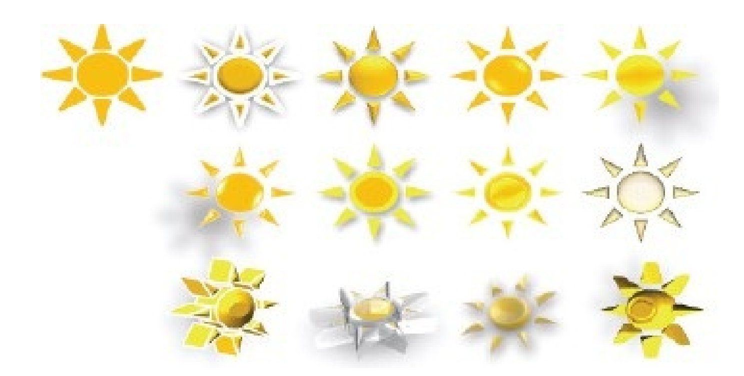


Figure 7–19 Divers aspects de la forme Soleil après une application des douze effets prédéfinis.

TECHNIQUE Voir en 3D

Dans la boîte de dialogue de mise en forme des objets graphiques, deux rubriques participent à la bonne représentation en 3D de l'objet :
- *Format 3D*
- *Rotation 3D*

Sous Excel 2013, pour faire apparaître ces deux rubriques, vous devez cliquer sur l'icône *Effets* (la deuxième du volet de mise en forme).

Choisissez un biseau (*Haut* désignant la partie supérieure de la forme et *Bas* son socle) pour conférer une plus grande matérialité à l'objet. Les biseaux créent des surfaces un peu bombées ou rainurées qui font apparaître le haut et le bas de l'objet en volume ou en creux. Jouez avec le bouton toupie *Profondeur* pour augmenter l'épaisseur de votre objet. Utilisez les deux derniers menus déroulants pour augmenter encore l'impression de matérialité de l'objet en jouant sur des effets de surface.

Les trois premiers boutons toupie font pivoter l'objet suivant trois axes : le premier autour d'un axe vertical, le second autour d'un axe horizontal et le troisième autour d'un axe horizontal pointant vers l'utilisateur. Le dernier bouton toupie permet de jouer sur les lignes de fuite de l'objet pour accentuer ou réduire l'effet de perspective.

À nouveau, pour les utilisateurs inexpérimentés, la catégorie *Prédéfinie* offre des regroupements de mises en forme prêts à l'emploi.

EN PRATIQUE Imprimer un objet

Chaque objet est imprimé avec la feuille au-dessus de laquelle il se trouve. Néanmoins, vous pouvez

faire en sorte qu'il n'apparaisse pas à l'impression. Pour cela :

1. Cliquez droit sur l'objet.
2. Choisissez *Format de l'image*, *Format de la forme* ou *Format de la zone de graphique*.
3. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, sélectionnez *Propriétés* et, dans la partie droite, décochez *Imprimer l'objet*. Sous Excel 2013, cliquez sur l'icône *Taille et propriétés* (la troisième du volet), puis sur le bouton *Propriétés* et enfin, décochez *Imprimer l'objet*.

Modifier les composantes du format d'une image

Pour les images, Excel propose des choix spécifiques qui correspondent au monde de la photographie. Vous jouerez par exemple sur les contrastes, la luminosité, la netteté. Là encore, Excel propose des combinaisons standards, mais vous pouvez aussi régler chaque paramètre vous-même, au pourcentage près. Ces options sont accessibles dans le menu *Corrections*, au niveau de la catégorie *Ajuster* de l'onglet *Format*.

Vous jouez sur la couleur en la saturant plus ou moins ou en teintant l'image autrement. Ces options sont accessibles dans le menu *Couleur*, au niveau de la catégorie *Ajuster* de l'onglet *Format*. À nouveau, Excel propose des combinaisons standards, mais les dernières commandes du menu vous permettent de concocter votre propre composition.

Enfin, Excel propose des filtres qui confèrent à l'image des caractères différents. Certains lui donnent par exemple un effet de crayonné, de peinture ou de flou qui changent complètement son expression. Ces options sont accessibles dans le menu *Effets artistiques*, au niveau de la catégorie *Ajuster* de l'onglet *Format*.

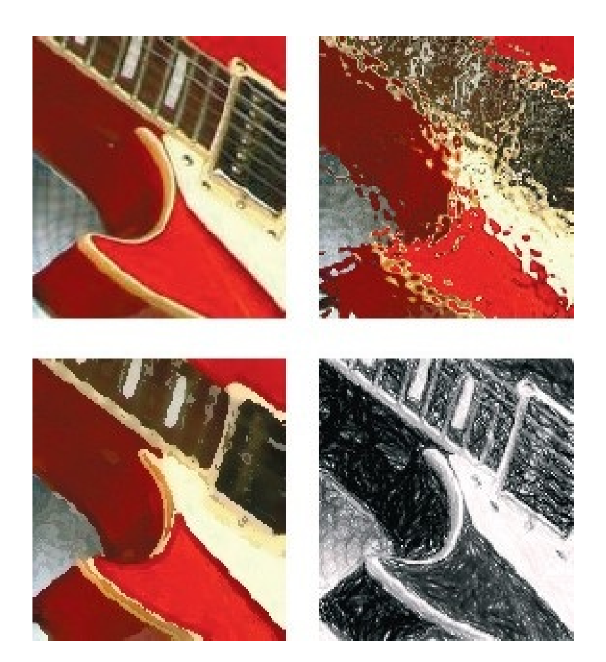


Figure 7–20 L'image originale est dans le coin supérieur gauche. Les trois autres sont des duplicatas sur lesquels on a appliqué les effets crayon, aquarelle ou transparence.

L'image originale peut être décomposée. À vous de l'effacer ou de la conserver partiellement.

1 Sélectionnez l’image.

2 Cliquez sur *Format>Ajuster>Supprimer l’arrière-plan*.

3 Choisissez *Marquer zones à conserver*.

4 Dans l’image, parsemez la zone à conserver de signes + en cliquant plusieurs fois sur la plage concernée.

5 Cliquez à l’extérieur de l’image.

PARAMÈTRES Débusquer les options ayant un effet sur les objets

Pour régler certains paramètres relatifs aux objets, il faut parfois aller vous perdre dans le foisonnement des commandes proposées dans la boîte de dialogue *Options d’Excel*.

Vous trouverez des options relatives à la taille et à la qualité de l’image dans *Fichier>Options>Options avancées,* section *Taille et qualité de l’image.* Là, trois options vous permettent d’optimiser la qualité de l’image aux dépens de son poids et inversement.

Toujours dans les options avancées d’Excel et si vous souhaitez intervenir sur l’affichage ou le masquage de tous les objets, déroulez la catégorie *Options d’affichage du classeur* pour cocher ou décocher *Pour les objets, afficher tout (ou rien)*.

Faites parler vos graphiques

8

Mieux vaut un bon schéma qu'un long discours. Adapté à Excel, ce précepte pourrait devenir « mieux vaut un bon graphique qu'un long tableau ». Si vous devez communiquer régulièrement le fruit de votre travail, n'hésitez plus et dévorez ce chapitre. Avec quelques graphiques élégants et bien construits, vous serez mieux compris et même les tableaux les plus sophistiqués deviendront accessibles.



SOMMAIRE

- Interprétation des données
- Types de graphiques
- Ajouter, supprimer une série
- Fonction SERIE
- Afficher, masquer un objet du graphique
- Format des objets du graphique
- Graphiques élaborés
- Modèles graphiques

MOTS-CLÉS

- Axe
- Barre d'erreur

- Bourse
- Échelle
- Étiquette
- Graphique
- Histogramme
- Légende
- Modèle graphique
- Nuage de points
- Quadrillage
- Série
- Tendance
- Ventilation

Excel possède un grapheur capable de transformer instantanément n'importe quelle liste de nombres en une représentation graphique. Avant de tracer quoi que ce soit, le logiciel analyse la plage de données que vous avez sélectionnée. Pour vous proposer un premier tracé, cette analyse le conduit à faire plusieurs choix par défaut (regrouper les valeurs en lignes, utiliser le contenu de certaines cellules pour constituer les abscisses, etc.). Il se peut que ce premier tracé vous convienne (… mais l'expérience prouve que c'est rare !). Si ce n'est pas le cas, il faudra contrarier Excel et exercer vos propres choix afin d'obtenir le graphique idéal. Toute la difficulté consiste à savoir à quel niveau agir, dans quel ordre et où débusquer les commandes capables de transformer le graphique selon vos désirs.

Exécuter les phases de création du graphique dans un certain ordre

On distingue trois niveaux d'action :

1 Agir sur l'interprétation des données chiffrées :
– Faut-il constituer les séries selon les lignes ou les colonnes ?
– Faut-il utiliser certaines cellules de la sélection pour les titres des séries et la légende ?
– Comment comprendre la fonction *SERIE* ?
– Quels fruits tirer de cette compréhension ?

2 Agir sur les objets composant le graphique :
– Afficher ou non la légende ?
– Afficher ou non les axes principaux et secondaires ?
– Afficher ou non les quadrillages, les étiquettes ?

3 Agir sur le format de tous les objets que l'on a choisi d'afficher :
– Comment modifier l'aspect des piles ou des courbes ?
– Comment modifier l'aspect des axes ?
– Comment modifier l'aspect de la légende ?

Ces trois niveaux d'action correspondent exactement, sous Excel 2010, aux trois onglets contextuels *Outils de graphique* :

- onglet *Création* ;
- onglet *Disposition* ;
- onglet *Mise en forme*.

Sous Excel 2013, ces trois onglets sont réduits à deux : *Création* (qui réunit les commandes des deux onglets originaux *Création* et *Disposition*) et *Format* (qui correspond à l'ancien onglet *Mise en forme*).

Créer un graphique

Si on laisse Excel appliquer tous ses choix par défaut, la création d'un graphique peut ne prendre que quelques secondes.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Bouton analyse rapide

Lorsque vous sélectionnez une plage, Excel 2013 affiche dans son coin inférieur droit un bouton *Analyse rapide*. Si vous cliquez sur ce dernier, Excel propose plusieurs outils destinés à « faire parler vos données ». Parmi ceux-ci, vous trouverez les graphiques (il suffit de cliquer sur l'onglet *Graphiques*). Vous n'aurez plus qu'à faire votre choix dans une sélection de quelques modèles prêts à l'emploi. La création du graphique est instantanée. Les graphiques proposés par ce biais sont les mêmes que ceux que vous trouverez en cliquant, dans le ruban, sur le bouton *Insertion>Graphiques>Graphiques recommandés*.

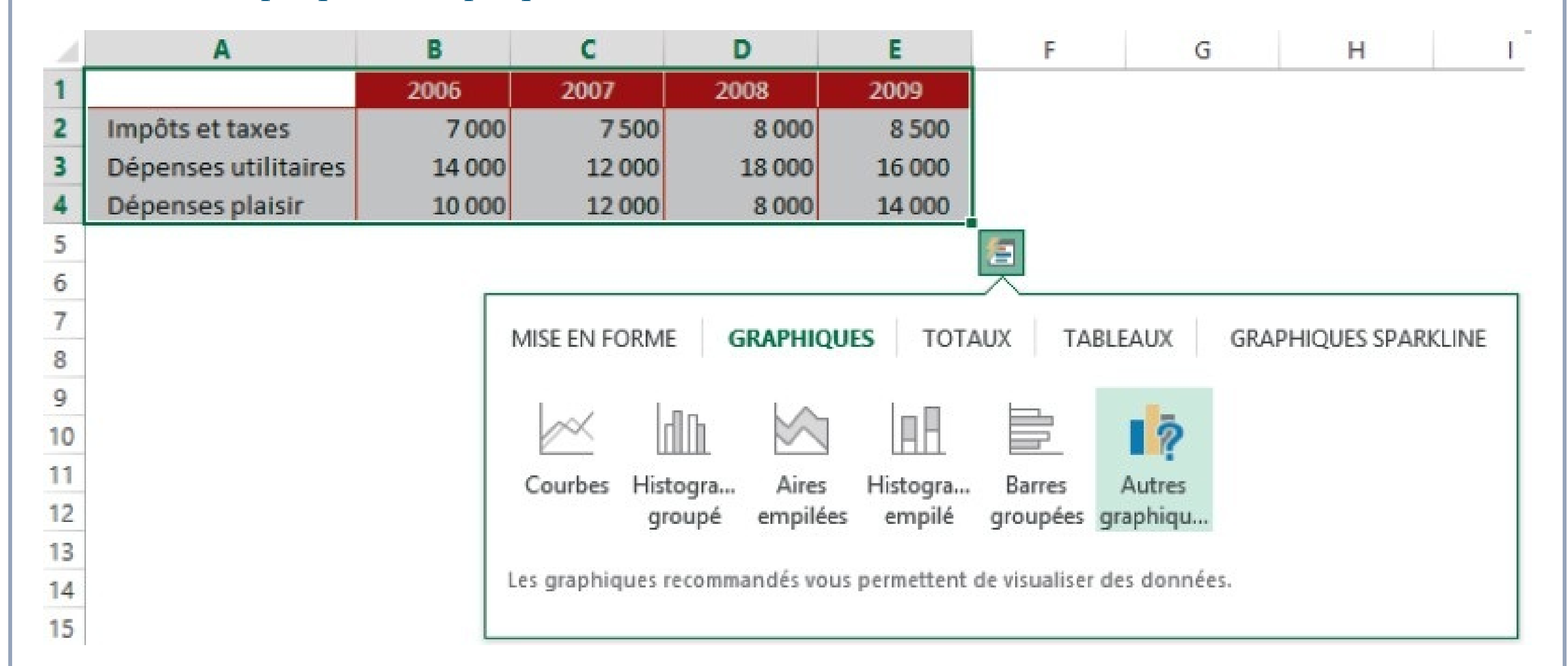


Figure 8–1 Sous Excel 2013, à partir de n'importe quelle plage de cellules, un bouton « Analyse rapide » propose une sélection de représentations graphiques destinées à illustrer au mieux vos données.

Créer un graphique selon les choix par défaut d'Excel

Pour créer un graphique :

1 Sélectionnez la plage de cellules contenant les données à représenter.

	A	B	C	D	E	F
1			2006	2007	2008	2009
2		Impôts et taxes	7 000	7 500	8 000	8 500
3		Dépenses utilitaires	14 000	12 000	18 000	16 000
4		Dépenses plaisir	10 000	12 000	8 000	14 000

Figure 8–2 Dépenses annuelles d'un ménage sur les quatre dernières années.

2 Sous Excel 2010, choisissez l'onglet *Insertion*, puis sélectionnez *Graphiques> Colonne>Histogramme groupé*. Sous Excel 2013, choisissez l'onglet *Insertion*, puis sélectionnez *Graphiques>Insérer un histogramme>Histogramme groupé*.

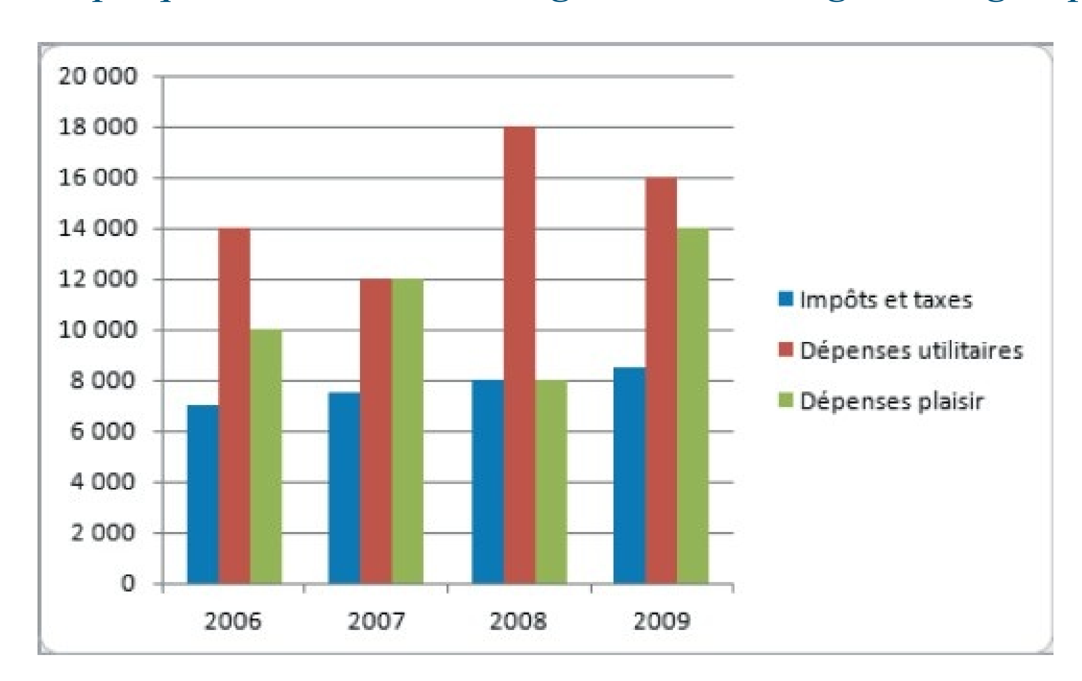


Figure 8–3 Graphique par défaut Histogramme groupé.

COMPRENDRE Excel organise les données en séries

Excel analyse votre sélection et regroupe les données en ensembles qu'il estime cohérents : les séries. Il privilégie la longueur des séries à leur nombre. Dans cet exemple, il a préféré créer par défaut trois séries de quatre points plutôt que quatre séries de trois points. Grâce à la cellule vide située dans le coin supérieur gauche de votre sélection, il a compris que les valeurs de la première ligne ne constituaient pas une série, mais devaient être utilisées comme étiquettes de l'axe des abscisses. Il utilise la première valeur de chaque série comme titre. Ce dernier apparaît dans la légende.

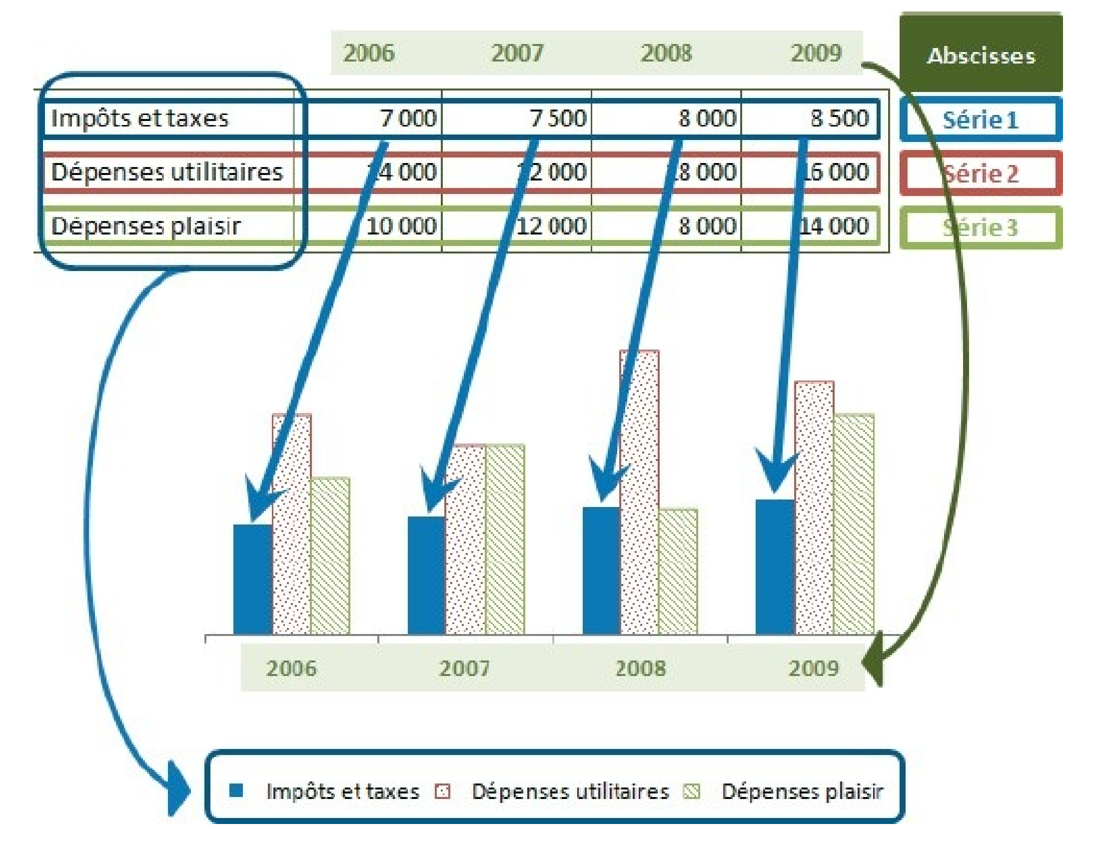


Figure 8–4 Excel crée par défaut trois séries de quatre points.

IDÉE REÇUE Le sens des séries ne dépend pas du sens du tableau

Pour créer ses séries, Excel se moque du sens de votre tableau. Si le graphique obtenu (trois séries correspondant aux trois types de dépenses) ne vous convient pas, cela ne sert à rien de transposer le tableau. Même présenté dans l'autre sens, Excel cherchera toujours à créer le moins de séries possible. C'est après coup que vous pouvez agir en choisissant *Outils de graphique>Création>Données> Intervertir les lignes/colonnes*. Dès lors, vous vous retrouvez avec un graphique de quatre séries (les années) de trois points chacune.

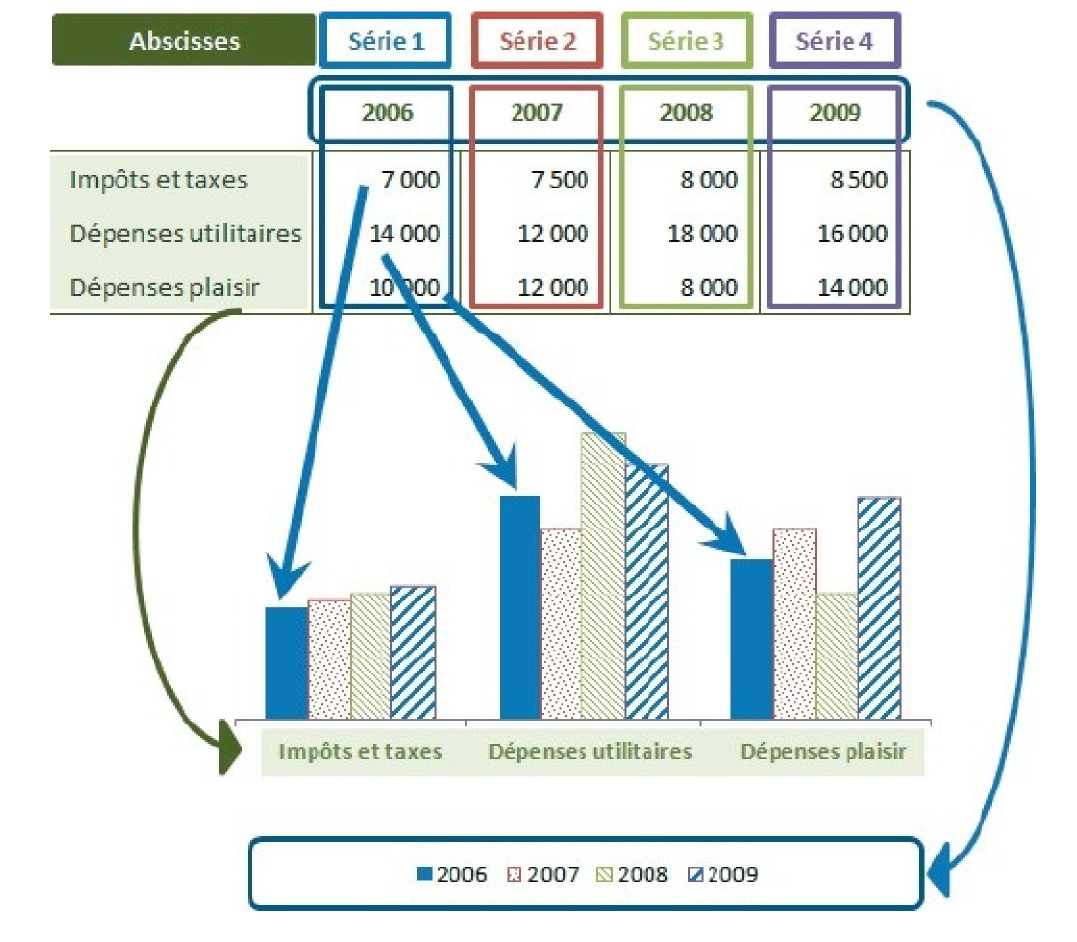


Figure 8–5 Graphique Histogramme groupé dont le sens de prise en compte des séries a été inversé après coup.

Au lieu de choisir *Histogramme groupé*, vous pouvez sélectionner n'importe quel autre type de représentation à partir des boutons intitulés *Colonne*, *Ligne*, *Secteurs*, *Barres*, *Aires*, *Nuage de points* ou *Autres graphiques* sous Excel 2010 et *Insérer un histogramme*, *Insérer un graphique à barres*, etc. sous Excel 2013.

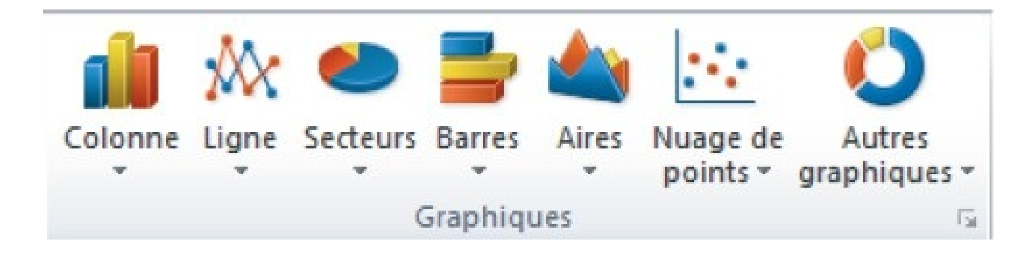


Figure 8–6 Boutons déroulants proposant les divers types de graphiques regroupés par genres sous Excel 2010.



Figure 8–7 Boutons déroulants proposant les divers types de graphiques regroupés par genres sous Excel 2013.

Si les options proposées dans les boutons déroulants ne vous conviennent pas, sélectionnez *Tous types de graphiques* (Excel 2010) ou l'élément *Autre* (Excel 2013). Ces commandes sont systématiquement proposées à la fin de chaque bouton déroulant et offrent l'intégralité des types de représentation (au sein de la fenêtre *Insérer un graphique*). Pour accéder à cette fenêtre plus directement, vous pouvez utiliser le lanceur de la catégorie *Insertion>Graphiques*.

Par défaut, le choix d'un type de représentation s'applique à tout le graphique. En revanche, si, sous Excel 2010, vous avez préalablement sélectionné une série, le type choisi ne s'appliquera qu'à la série sélectionnée. C'est grâce à ce principe que vous pouvez juxtaposer plusieurs types de représentation sur un même graphique.

Sous Excel 2013, si vous sélectionnez une série et que vous choisissez *Outils de graphique>Création>Type>Modifier le type de graphique*, Excel oriente l'affichage de la boîte de dialogue sur les graphiques combinés.

RACCOURCI CLAVIER Création express

1. Sélectionnez les cellules contenant les données à représenter.
2. Pressez la touche *F11* (ou *FN+F11*).

Excel ajoute une feuille dans le classeur et y crée automatiquement le graphique par défaut (celui qui est présélectionné dans la boîte de dialogue *Insérer un graphique*).

Choisir la bonne représentation graphique

Le choix d'un type de graphique ne doit pas être le fruit de pures considérations esthétiques. Il est conditionné par la plage de données sélectionnée et par ce que vous souhaitez mettre en évidence. Reportez-vous au tableau suivant lorsque vous doutez de votre choix.

Tableau 8–1 Types de représentation graphique

Icône	Représentation	Commentaire
	Histogrammes ou barres	Utilisez ces deux types pour comparer plusieurs séries courtes, point par point.

	Courbes	Utilisez ce type pour comparer l'évolution de plusieurs séries longues. C'est un choix idéal lorsque le graphique illustre une progression chronologique.
	Aires	Utilisez ce type pour comparer l'évolution de plusieurs séries longues. C'est un choix idéal lorsque le graphique illustre une progression chronologique. En plus d'une lecture horizontale (déjà possible avec le type précédent), le graphique en aires offre une lecture verticale en facilitant la comparaison point par point.
	Secteurs	Utilisez ce type pour illustrer la décomposition d'une série. Il ne doit jamais être utilisé pour comparer plusieurs séries. D'ailleurs, si vous partez d'une sélection contenant plusieurs séries, seule la première apparaîtra sur le graphique.
	Nuage de points (XY)	Utilisez un graphique en nuage de points pour montrer le type de corrélation pouvant exister entre deux variables. Dans un graphique en nuage de points, Excel utilise la première série pour constituer la coordonnée x (l'abscisse) des points et la deuxième série pour constituer la coordonnée y (l'ordonnée) des points. C'est pourquoi, dans ce graphique, l'axe des abscisses est un axe numérique (au même titre que l'axe des ordonnées). À l'issue du tracé, en regardant simplement votre graphique, vous pouvez lire le type de corrélation existant entre les deux variables, en voyant si une figure géométrique remarquable se dessine (droite ou courbe formée par le nuage de points). Si la figure obtenue est un nuage de points informe, c'est sans doute qu'il n'y a pas ou très peu de corrélation entre les deux variables.
	Bulles	Un graphique en bulles fonctionne exactement comme un nuage de points. Toutes les remarques faites pour ce dernier s'appliquent donc ici. Le petit plus d'un graphique en bulles est de représenter simultanément une troisième variable (symbolisée par la taille des bulles) et de montrer ainsi le type de corrélation existant entre trois variables.
		Excel propose quatre modèles de graphiques boursiers qui nécessitent d'organiser les séries dans un ordre spécifique. Cependant, même en respectant ce dernier, les graphiques boursiers ont

	Boursier	souvent besoin d'un gros travail d'adaptation pour devenir présentables (voir le graphique représenté figure 08-29). Pour comprendre ce qui est représenté dans un graphique boursier, consultez l'aparté qui suit.
	Surface	Ce type est très particulier. Il place les séries côte à côte en représentant chaque point comme le sommet d'une petite montagne ou le fond d'une vallée. À l'issue du tracé, on a l'impression de voir une carte en relief. Cette surface est mise en couleur par tranches (par courbes de niveau, en quelque sorte). Ainsi, tous les points appartenant à une même tranche se voient appliquer une même couleur.
	Anneau	Les représentations en anneau sont une voie possible pour dépasser la limite de la série unique évoquée pour les secteurs. Elles montrent assez clairement la décomposition d'une série, tout en la rendant comparable à d'autres, elles-mêmes décomposées suivant le même modèle. Ce système de représentation est à utiliser très prudemment. Pour qu'il reste lisible, le choix de trois séries simultanées est l'extrême limite et il est souhaitable que les décompositions présentent des surfaces assez proches. Si ce n'est pas le cas, il faut privilégier l'utilisation des graphiques en histogrammes.
	Radar	Un graphique en radar permet de comparer plusieurs séries en fonction de la taille et de la forme de la surface occupée par chacune d'elles. Il y a autant d'axes que de points dans la série. Ces axes sont disposés régulièrement en étoile autour d'un point central. Les points d'une série sont placés sur chaque axe, puis reliés entre eux, formant une sorte de toile d'araignée. Il y a donc autant de « toiles » que de séries. Ces toiles se juxtaposant, il est judicieux de placer les plus grandes derrière et les plus petites devant. Évitez de représenter de trop nombreuses séries et ne dépassez pas cinq points par série, sinon, votre graphique risquerait rapidement de devenir illisible.

COMPRENDRE Les graphiques boursiers

Chaque jour ouvré, dans toutes les bourses du monde, des milliers de titres sont achetés et vendus. La rencontre des demandes d'achat et de vente pour un titre donné détermine son cours, correspondant à son prix à un instant T. Pour chaque titre, on retient cinq valeurs quotidiennes :

• le volume qui reflète l'intensité de l'activité du jour,
• l'ouverture qui correspond au cours du titre à l'ouverture de la bourse,
• le max qui correspond au cours le plus haut atteint par le titre pour la journée étudiée,
• le min qui correspond au cours le plus bas atteint par le titre pour la journée étudiée,
• la clôture qui correspond au cours du titre à la fermeture de la bourse.

Excel propose quatre modèles de base qui représentent complètement ou partiellement ces cinq valeurs. Faites bien attention aux info-bulles qui apparaissent lorsque vous passez la souris sur les différents modèles car elles donnent l'ordre dans lequel Excel attend les séries pour en réaliser une représentation correcte.

Créer un graphique en contrariant les choix par défaut d'Excel

Créer un graphique en modifiant le sens des séries

Le graphique par défaut d'Excel peut ne pas vous convenir. En particulier, vous avez peut-être envie d'intervertir les lignes et les colonnes. Si c'est le cas, sélectionnez votre graphique et choisissez *Outils de graphique>Création>Données>Intervertir les lignes/colonnes*.

Corriger après coup les choix par défaut d'Excel

Si la cellule située dans le coin supérieur gauche de votre sélection n'est pas vide, le graphique obtenu par défaut est parfois surprenant. Si, à partir de la figure 8-2, vous sélectionnez la plage *C1:F4* avant le traçage du graphique, Excel, ne voyant pas de cellule vide dans le coin supérieur gauche de la sélection, interprète la première ligne (les années) comme une première série.

Pour revenir à un graphique acceptable, procédez ainsi :

1 Sélectionnez le graphique.

2 Choisissez l'onglet *Outils de graphique>Création*, puis *Données>Sélectionner les données*.

3 Au niveau de la colonne *Étiquettes de l'axe horizontal (abscisse)*, cliquez sur le bouton *Modifier*.

4 Sélectionnez en arrière-plan la plage *C1:F1*.

5 Au niveau de la colonne *Entrées de légende (Série)*, sélectionnez `Série1`.

6 Cliquez sur le bouton *Supprimer*.

7 Cliquez sur le bouton *OK* pour refermer la boîte de dialogue.

Ajouter ou supprimer une série au graphique

Pour ajouter une série, il y a de nombreuses méthodes, mais celle qui offre le plus de souplesse et de possibilités fait appel au collage spécial.

> **ATTENTION Une boîte de dialogue peut en cacher une autre**
>
> Si après avoir copié des cellules, vous faites un collage spécial dans la feuille de calcul, les options proposées dans la boîte de dialogue permettent d'orienter de diverses façons le collage des cellules (ne coller que les formats, que les formules, associer une opération au collage, etc.). Si, avant le choix de ce même collage spécial, vous avez sélectionné un graphique, la boîte de dialogue prend une toute autre apparence et propose des options destinées à guider l'insertion des points ou des séries dans le graphique.

Vous souhaitez ajouter à votre graphique initial une série regroupant vos dépenses de logement sur les quatre dernières années. Cette série se trouve dans un autre classeur et les données sont rangées en colonnes. Grâce au collage spécial, aucune de ces particularités ne constitue un obstacle à l'insertion de la nouvelle série dans le graphique.

	A	B
1		Dépenses logement
2	2006	12 000
3	2007	14 000
4	2008	16 000
5	2009	18 000

Figure 8–8 Les dépenses de logement sont organisées en colonnes et sont stockées dans la feuille Détail du classeur Habitat.xlsx.

Voici comment intégrer cette nouvelle série à votre graphique :

1. Activez le classeur `Habitat.xlsx` et la feuille `Détail`.
2. Sélectionnez la plage *B1:B5* et pressez les touches *Ctrl+C* pour la copier.
3. Activez le classeur qui contient le graphique initial, puis activez le graphique luimême.
4. Choisissez *Accueil>Presse-papiers>Coller>Collage spécial* et remplissez la boîte de dialogue comme proposé dans l'écran qui suit.
5. Cliquez sur le bouton *OK* pour fermer la boîte de dialogue.

Pour supprimer une série, il suffit de la sélectionner dans le graphique (en cliquant par exemple sur une pile s'il s'agit d'un graphique en histogramme), puis de presser la touche *Suppr*.

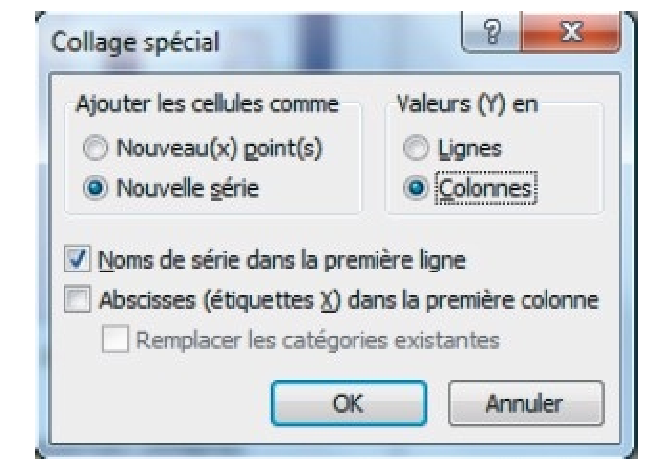


Figure 8–9 La boîte de dialogue Collage spécial permet d'intégrer facilement une nouvelle série, même si les données de celle-ci sont organisées en colonnes.

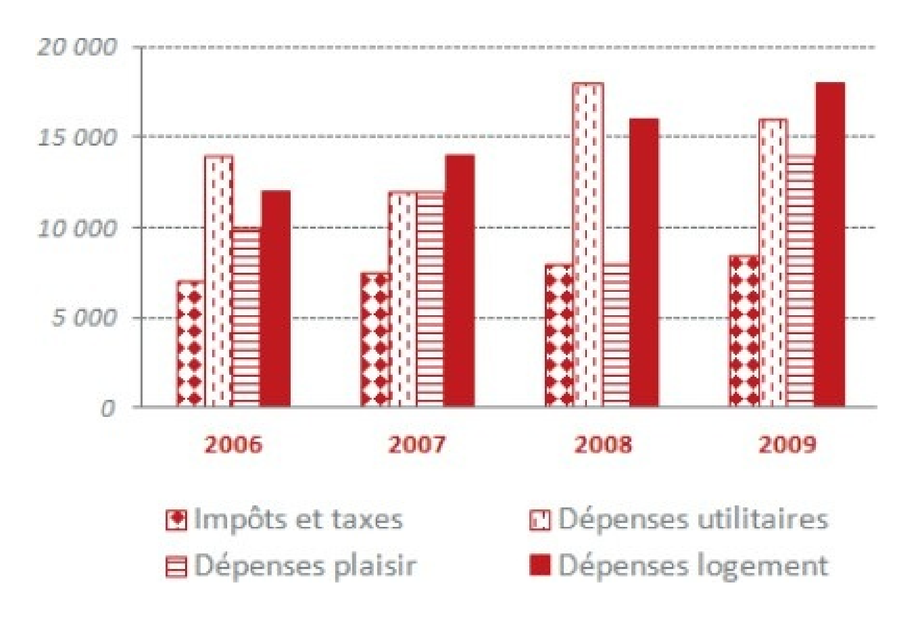


Figure 8–10 Malgré ses particularités, la nouvelle série est correctement intégrée au graphique, sans faire aucune différence avec les autres.

Maîtriser la fonction clé du graphique : SERIE

Dans un graphique, le traçage de chaque série est conditionné par la fonction *SERIE* associée.

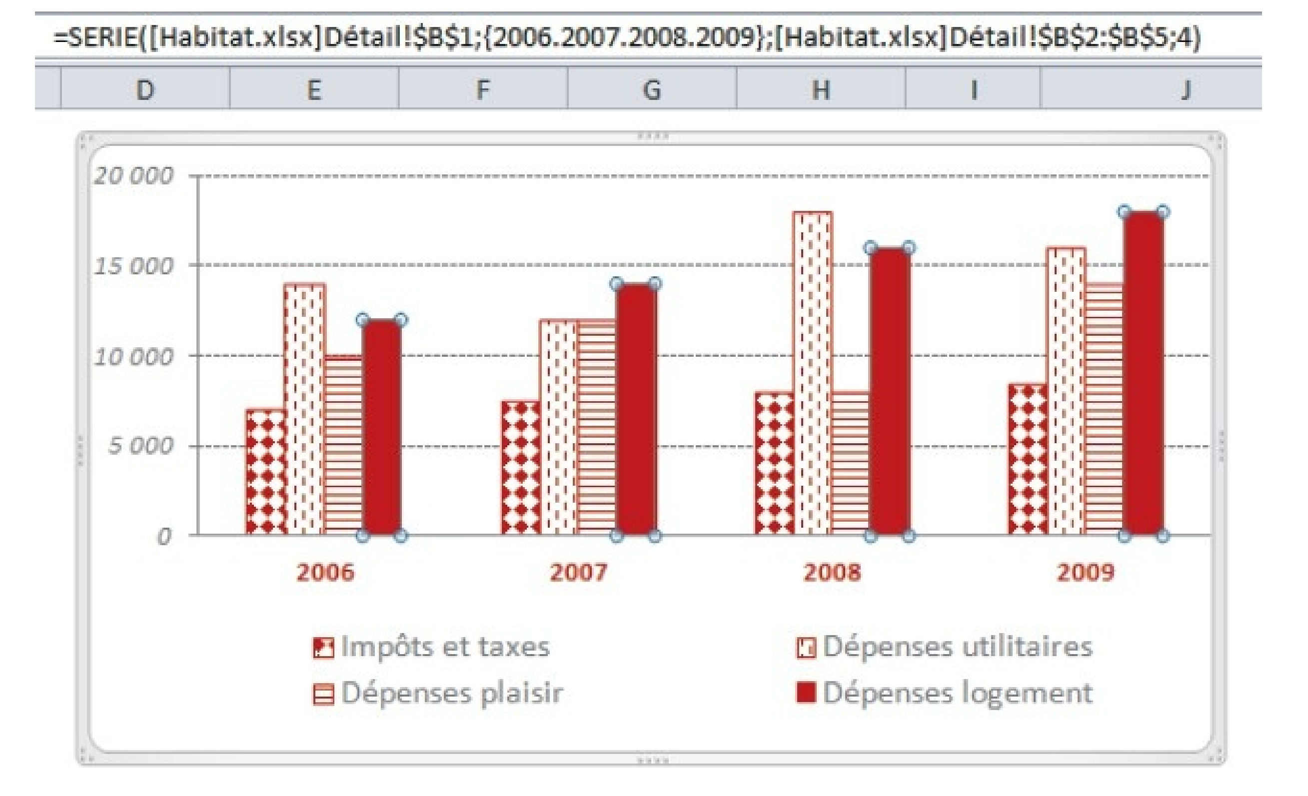


Figure 8–11 La fonction SERIE associée à la série Dépenses logement montre que les données sont stockées dans un autre classeur (Habitat.xlsx).

Cette fonction est composée de quatre arguments (séparés, comme pour toute fonction, par des points-virgules) :

- le titre de la série ;
- les abscisses ;
- les données ;
- l'ordre de traçage de la série.

En cliquant sur la première série du graphique, vous voyez apparaître dans la barre de formule la fonction suivante :

```
=SERIE(Dépenses!$B$2;Dépenses!$C$1:$F$1;Dépenses!$C$2:$F$2;1)
```

Dépassez son aspect rébarbatif et son décryptage vous offrira par la suite une grande souplesse de travail.

- `Dépenses!$B$2` indique que le titre de la série (`Impôts et taxes`) se trouve dans la cellule *B2* de la feuille `Dépenses`.
- `Dépenses!$C$1:$F$1` indique que les abscisses du graphique se trouvent dans les cellules *C1* à *F1* de la feuille `Dépenses`.
- `Dépenses!$C$2:$F$2` indique que les données de la série se trouvent dans les cellules *C2* à *F2* de la feuille `Dépenses`.
- `1` indique que l'ordre de traçage de cette série est `1` (c'est la première à être tracée).

Rendre un graphique indépendant de la feuille de calcul

Bien maîtriser la structure de la fonction *SERIE* permet de travailler directement dedans. Les trois premiers arguments étant des références externes, vous comprendrez aisément pourquoi les modifications apportées aux cellules concernées se répercutent instantanément sur le graphique.

> **NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Des modifications animées**
>
> Sous Excel 2013, lorsque vous modifiez une donnée dans la feuille de calcul, sa mise à jour dans le graphique est animée. Si la valeur est plus grande, vous « voyez » littéralement la colonne ou la courbe « grandir » et inversement, si la valeur est plus petite, vous voyez la colonne ou la courbe se réduire peu à peu.

Vous pouvez rendre une série indépendante des cellules qui ont permis de la créer en suivant la procédure suivante :

1 Sélectionnez, dans le graphique, la série à rendre indépendante.

2 Sélectionnez toute la fonction *SERIE* (signe = compris) dans la barre de formule.

3 Pressez la touche *F9* (ou *FN*+*F9*). Les trois premiers arguments sont remplacés par des valeurs et des matrices de valeurs fixes.

4 Pressez la touche *Entrée* pour valider votre formule sous sa nouvelle forme.

> **RAPPEL La touche F9 demande à Excel de recalculer la sélection.**
>
> Si vous pressez la touche *F9* (ou *FN*+*F9*) alors que vous êtes en mode *Prêt* (mode à lire à gauche de la barre d'état, en bas de votre écran), c'est l'ensemble du classeur qui est recalculé. Si vous pressez la touche *F9* alors que vous êtes en mode *Modifier*, le calcul est limité à ce qui est sélectionné dans la barre de formule (seules les références sélectionnées sont figées).

Si vous effectuez maintenant des modifications dans les cellules *C2* à *F2*, elles n'auront plus aucun impact sur le graphique. Répétez cette manœuvre sur les trois autres séries, pour rendre tout le graphique indépendant.

Modifier le titre d'une série

Cette transformation fait également comprendre qu'il suffit d'agir sur la fonction *SERIE* pour modifier la représentation graphique. Si vous souhaitez par exemple conserver le titre `Impôts et taxes` dans la feuille de calcul, mais voir apparaître uniquement `Taxes` dans le graphique, il suffit de modifier le premier argument de la fonction *SERIE* concernée.

1 Sélectionnez la série `Impôts et taxes`.

2 Cliquez dans la barre de formule et remplacez le titre initial par `Taxes` (attention à bien laisser le mot `Taxes` entre guillemets).

3 Pressez la touche *Entrée* pour valider la série sous sa nouvelle mouture.

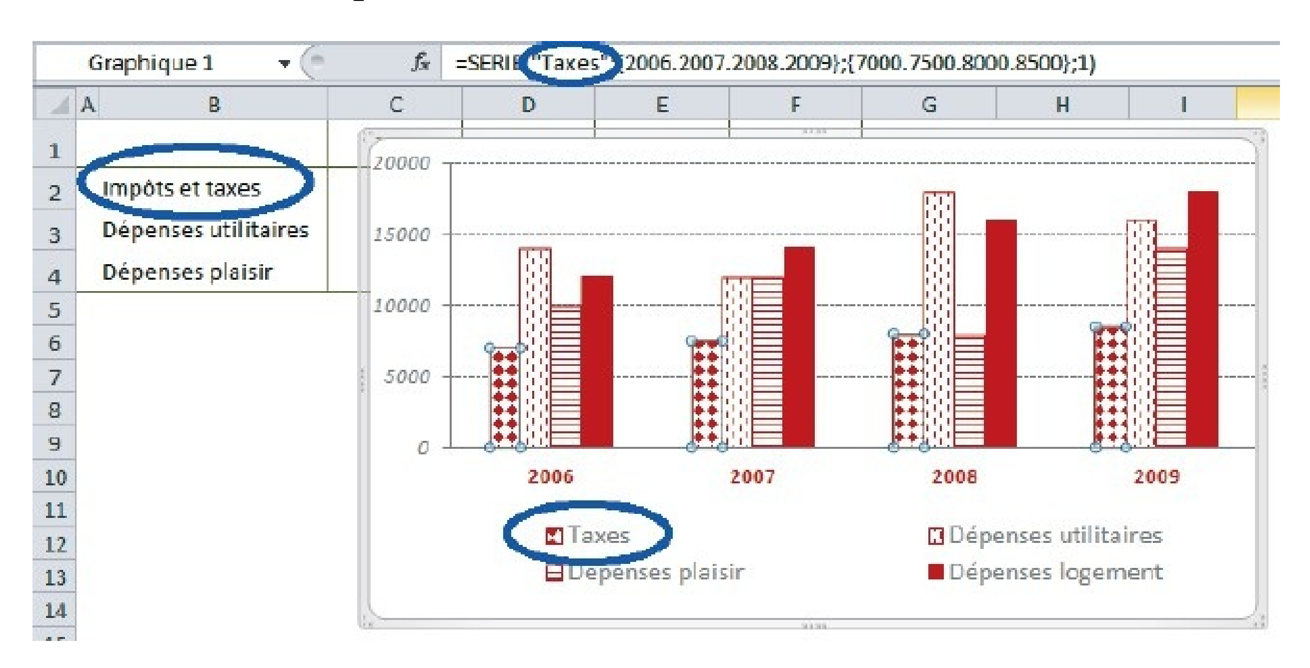


Figure 8–12 Le titre de la série du graphique n'est pas celui qui figure dans la cellule correspondante de la feuille de calcul.

Modifier l'ordre de traçage des séries

Jouer sur l'ordre de traçage des séries permet de réorganiser entièrement le graphique. Si vous souhaitez faire passer la série `Impôts et taxes` à l'extrême droite des autres piles, procédez ainsi :

1 Sélectionnez la série `Impôts et taxes`.

2 Cliquez dans la barre de formule et remplacez le dernier argument (`1`) par `4`.

3 Pressez la touche *Entrée* pour valider la série sous sa nouvelle forme.

ASTUCE Utilisez des noms dans les arguments de la fonction SERIE

Si les plages de cellules auxquelles fait appel votre graphique sont susceptibles d'évoluer dans le temps, vous avez tout intérêt à les nommer. Ainsi, vous utiliserez ces noms comme références dans les arguments des fonctions *SERIE* du graphique. Si vos données évoluent, vous n'aurez pas besoin de toucher à vos graphiques ; il suffira d'adapter les plages nommées.



Figure 8–13 Les abscisses de la série sélectionnée sont dans le classeur Budget.xlsx, dans la plage nommée Ans. Les données se trouvent dans la plage nommée Taxes à l'intérieur du même classeur.

Vous pouvez également modifier l'ordre de traçage des séries en passant par *Outils de graphique>Création>Données>Sélectionner les données*, puis en jouant avec les flèches *Déplacer vers le haut* et *Déplacer vers le bas* situées à l'extrémité droite de la barre de titre de la fenêtre de gauche.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Filtrer l'affichage des données

Sur la droite d'un graphique sélectionné, trois nouveaux boutons ont fait leur apparition. Le troisième sert à filtrer l'affichage des données. Grâce à lui, vous pouvez, momentanément, masquer l'une des séries ou certaines catégories. À partir de l'exemple illustré figure 8-10, pour masquer la série `Dépenses plaisir` :

1. Cliquez sur le bouton *Filtre du graphique* ;
2. Sous la catégorie *Série*, décochez la case `Dépenses plaisir`, puis cliquez sur le bouton *Appliquer* situé tout en bas de la fenêtre.

À partir de l'exemple illustré figure 8-10, pour masquer les catégories `2007` et `2008` :

3. Cliquez sur le bouton *Filtre du graphique* ;
4. Sous la catégorie *Catégories*, décochez les cases `2007` et `2008`, puis cliquez sur le bouton *Appliquer* situé tout en bas de la fenêtre.

Choisir les objets à afficher ou à masquer dans le graphique

Nous venons de passer en revue les points délicats de la première étape, agir sur l'interprétation des données chiffrées. Nous sommes maintenant prêts à aborder la deuxième étape qui consiste à choisir les objets à afficher ou à masquer sur le graphique.

Parcourir tous les éléments du graphique

Pour bien comprendre qu'un graphique est un assemblage d'objets, faites l'expérience suivante :

1. Sélectionnez le graphique.
2. Pressez plusieurs fois de suite les touches de direction *Haut* ou *Bas*.

Vous constatez que vous sélectionnez successivement les divers grands objets composant le graphique (les séries, les axes, la légende, etc.). En utilisant les touches de direction *Gauche* ou *Droite*, vous parcourez l'intégralité des objets composant le graphique. Par exemple, alors que tout à l'heure vous passiez directement de la `série 1` à la `série 2`, puis à la `série 3`, vous parcourez maintenant l'intégralité des points d'une série avant de passer à la suivante. Si, pendant votre navigation, vous affichez l'onglet contextuel *Format* (ou *Mise en forme* sous Excel 2010) des *Outils de graphique*, vous voyez défiler dans le coin supérieur gauche du ruban le nom des objets sélectionnés. Dans la majorité des cas, vous sélectionnerez les objets du graphique en cliquant dessus, mais parfois, il sera plus facile de choisir son nom dans le menu déroulant *Éléments de graphique*.

ERGONOMIE Info-bulles activées ou désactivées

Lorsque vous faites passer votre souris au-dessus d'un graphique, vous voyez apparaître le nom de l'objet que vous survolez dans une info-bulle. Si vous êtes au-dessus d'une série, la valeur du point que vous survolez apparaît également à côté de son nom. Ces info-bulles peuvent être activées ou désactivées à partir de la commande *Fichier>Options>Options avancées*, section *Graphique*, options *Afficher les noms des éléments* et *Afficher les valeurs des points de données*.

Afficher ou masquer un élément dans le graphique

Pour afficher un objet (légende, axe, quadrillages, etc.), si sous travaillez sous Excel 2010, vous n'avez qu'à sélectionner l'option correspondante dans l'onglet contextuel *Outils de graphique>Disposition*. Sous Excel 2013, vous trouverez les mêmes options dans le bouton déroulant *Outils de graphique>Création>Dispositions du graphique>Ajouter un élément de graphique*. Si vous travaillez sous Excel 2010 et s'il s'agit du titre du graphique ou des étiquettes de données, vous trouverez votre bonheur dans la catégorie *Étiquettes*. S'il s'agit d'un axe ou d'un quadrillage, vous ferez plutôt appel à la catégorie *Axe*, et ainsi de suite.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Trois nouveaux boutons

Si vous travaillez sous Excel 2013, vous pouvez distinguer trois nouveaux boutons sur le côté droit d'un graphique sélectionné. Ils donnent un accès plus direct aux éléments d'un graphique, aux types de graphique et aux filtres du graphique. Pour afficher ou masquer des éléments, il s'agit sans doute

de la technique la plus rapide.

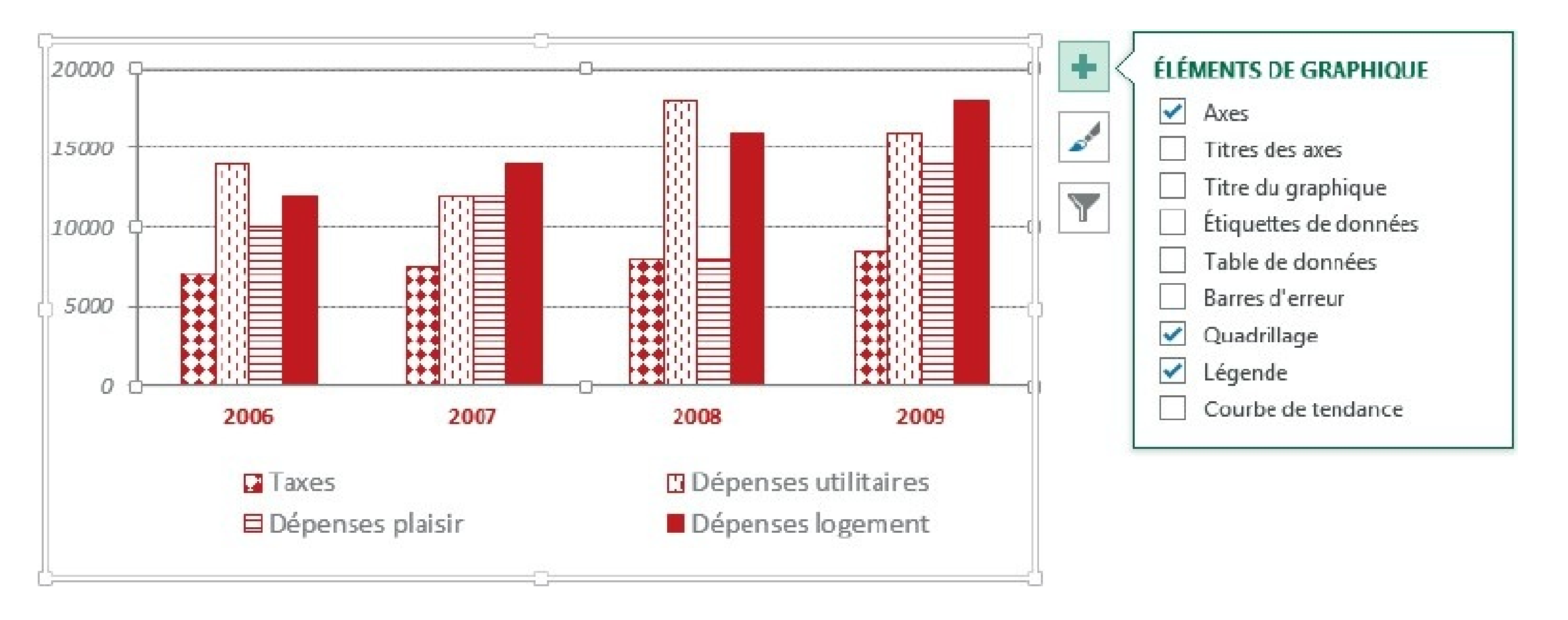


Figure 8–14 Le premier des trois nouveaux boutons donne un accès direct aux différents objets composant le graphique.

Cette étape de la construction du graphique ne présente pas de difficulté particulière et est relativement intuitive. Nous ne détaillerons donc pas l'ensemble des commandes, mais nous indiquerons simplement dans le dernier chapitre quelques techniques un peu délicates à mettre en œuvre.

Pour supprimer ou masquer un objet, il suffit de le sélectionner dans le graphique, puis de presser la touche *Suppr*.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Des étiquettes beaucoup plus subtiles

Dans les versions précédentes d'Excel, il était déjà possible d'associer des étiquettes aux points d'une série, mais ce qu'elles pouvaient afficher de manière automatique était relativement limité. Excel 2013 apporte de grandes nouveautés dans ce domaine. La plus intéressante est sans doute celle qui associe en un clic toutes les étiquettes d'une série à une plage de cellules (voir l'exemple développé à la fin de ce chapitre, dans le paragraphe Modifier les étiquettes sur un graphique en nuage de points). La dernière mouture de la commande *Étiquettes* est loin de se limiter à cela et fourmille de nouveautés très pratiques, comme offrir des mises en forme très variées et pratiquement sans limites hormis celles de l'imagination de l'utilisateur. Même lorsque les étiquettes affichent du texte automatique, on peut jouer sur les marges, afficher le texte sur plusieurs lignes ou choisir son séparateur. Quel que soit le type du graphique (vous n'êtes plus limité aux secteurs), vous pouvez associer des lignes d'étiquettes pour relier l'étiquette au point de la série correspondant (*Format d'étiquette de série>Options d'étiquettes>Afficher les lignes d'étiquettes*).
Sous Excel 2013, pour ajouter des étiquettes à une série :

1. Sélectionner la série.
2. Cliquer sur le bouton *Éléments de graphique* (à droite du graphique).
3. Cocher *Étiquettes de données*, puis *Autres options* dans le menu déroulant qui apparaît lorsqu'on

clique sur la flèche grise située à droite de *Étiquettes de données*.
4. Ce choix affiche le volet *Format des étiquettes de série* dans lequel vous pouvez décider du contenu de l'étiquette et de la disposition de ce contenu.
5. Une fois vos choix effectués dans ce premier volet, utilisez les trois boutons *Taille et propriétés*, *Effets* et *Remplissage et ligne* situés en haut, pour accéder aux trois volets réunissant, par thème, toutes les options de mise en forme des étiquettes.

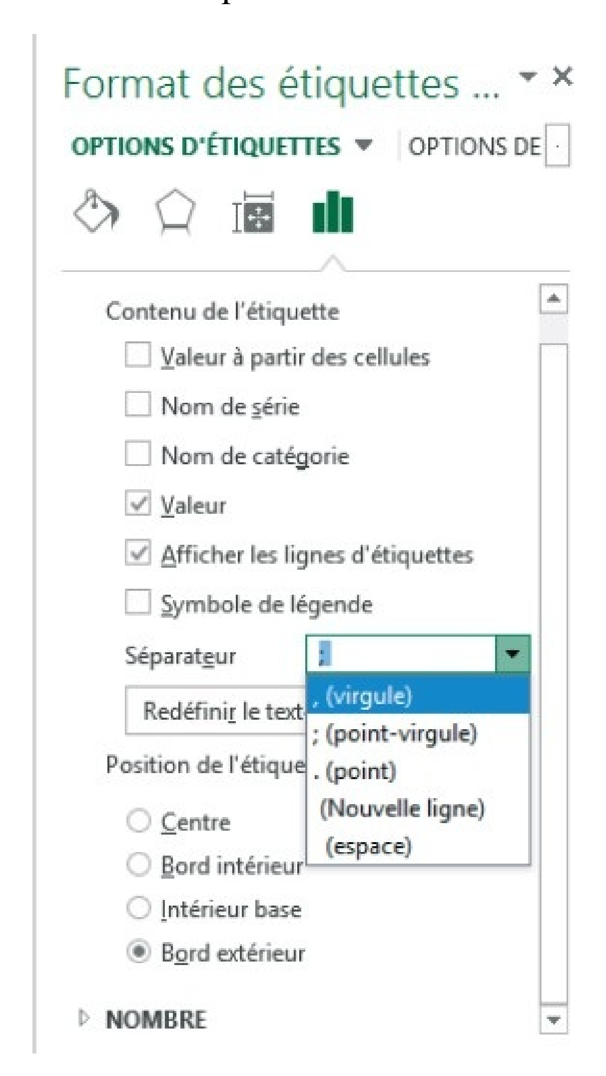


Figure 8–15 Le volet de paramétrage des étiquettes foisonne d'options étonnantes. Vous pouvez même attribuer un format de nombre aux valeurs numériques y apparaissant, au même titre que ce que vous feriez pour les valeurs numériques saisies dans les cellules d'une feuille de calcul.

Modifier le format des objets composant le graphique

Vous êtes prêt à aborder la troisième étape : agir sur le format de tous les objets composant le graphique. Dès que vous cliquez droit sur un objet du graphique, un menu contextuel apparaît. Sa dernière commande donne systématiquement accès à tous ses paramètres de mise en forme. À chaque fois, le nom de la commande s'adapte à l'objet sélectionné (*Mise en forme de l'axe*, *Mettre en forme une série de données*, etc.). La mise en œuvre de cette commande est assez simple et intuitive. Aussi, nous ne serons pas exhaustifs et nous nous contenterons de mentionner quelques points un peu délicats.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Le volet de mise en forme des graphiques

Sous Excel 2010, lorsque vous sélectionniez une commande de mise en forme, l'intégralité des options apparaissait dans une boîte de dialogue plus ou moins riche, dont la partie gauche affichait une liste de catégories sous lesquelles les options de mise en forme étaient regroupées par thèmes.
Sous Excel 2013, dès que vous sélectionnez une commande de mise en forme, un volet apparaît à droite de votre feuille de calcul. Selon l'élément de graphique sélectionné, sa partie supérieure affiche deux, trois ou quatre icônes sous lesquelles les options de mise en forme sont regroupées par thèmes (voir la figure 8-15). Si vous sélectionnez un autre élément du graphique, le contenu du volet s'adapte instantanément.

Modifier le remplissage d'une série

Voici comment modifier le remplissage d'une série :

1 Sélectionnez le graphique.
2 Sélectionnez la série (en cliquant sur une pile, par exemple).
3 Cliquez droit sur la série et choisissez *Mettre en forme une série de données*.
4 Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Remplissage*. Sous Excel 2013, sélectionnez *Volet de mise en forme>Remplissage et ligne> Remplissage*. Vous pouvez enlever le remplissage ou choisir un remplissage uni (en sélectionnant la couleur de votre choix et même un degré de transparence), un dégradé (en en réglant tous les paramètres), un motif ou une texture.

Remplir une série avec une image

La technique la plus délicate consiste à remplacer la couleur ou le motif par une image ou un dessin que vous estimez plus parlant.

1 Sélectionnez le dessin de bateau proposé ci-dessous où qu'il se trouve et copiez-le dans le Presse-papiers.



Figure 8–16 Ce dessin peut être copié à partir du support de votre choix.

2 Sélectionnez le graphique et la série `Plaisir`.
3 Pressez les touches *Ctrl+V*. Votre image a remplacé la couleur initiale.
4 Cliquez droit sur une des piles de la série et sélectionnez *Mettre en forme une série de données*.
5 Sous Excel 2010, choisissez *Remplissage* dans la partie gauche de la boîte de dialogue

et, dans la partie droite, cliquez sur *Empiler*. Sous Excel 2013, sélectionnez *Volet de mise en forme>Remplissage et ligne>Remplissage* et cliquez sur *Empiler*, qui se trouve environ au premier tiers de la fenêtre du volet.

6 Sous Excel 2013, le graphique s'adapte instantanément ; sous Excel 2010, dès que vous avez cliqué sur *Fermer*, le graphique apparaît sous sa nouvelle mouture.

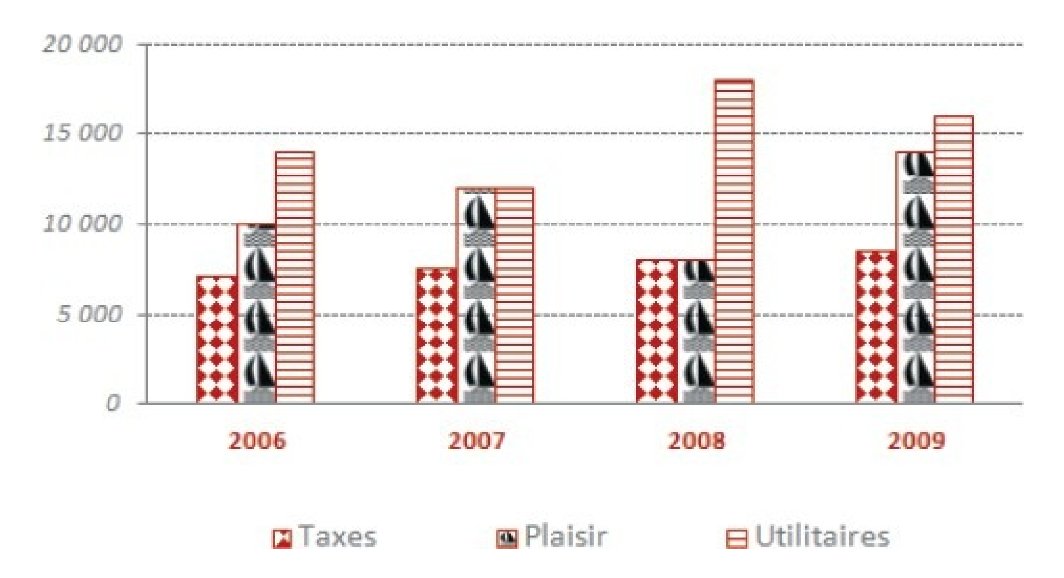


Figure 8–17 L'empilement des images en améliore la lecture.

Connaître les options propres aux divers types de représentations graphiques

Excel propose des options propres à chaque type de représentation graphique. Sous Excel 2010, vous les trouverez dans la boîte de dialogue de la commande *Mettre en forme une série de données*, en choisissant *Options des séries* dans la partie gauche de la boîte de dialogue. Sous Excel 2013, elles sont proposées dans le *volet de mise en forme des séries*, sous le bouton *Options des séries* (le troisième bouton).

Avec les histogrammes, vous jouerez sur la largeur des piles, sur leur chevauchement, etc. En choisissant par exemple une largeur d'intervalle de 50 %, vous élargirez la taille de vos piles. Avec les secteurs ou les anneaux, vous ferez pivoter votre graphique et choisirez un pourcentage pour faire exploser les secteurs. Avec les graphiques en bulles, vous jouerez sur le diamètre des bulles.

Maîtriser l'affichage de dates sur l'axe des abscisses

Si vous vous retrouvez avec des dates sur l'axe des abscisses, vous risquez d'avoir des surprises. En effet, Excel crée par défaut un axe chronologique en lissant votre série de dates. Vous pouvez observer ce phénomène sur un graphique boursier. En effet, la bourse étant fermée le week-end, il n'y a pas de valeurs pour les samedis et les dimanches. Ainsi, les dates du tableau sautent à chaque fois du vendredi au lundi suivant.

Voyant cela, Excel « corrige » et crée un espace pour ces samedis et dimanches manquants. Pour éviter cela, vous devez :

1 Sélectionner l'axe des abscisses.

2 Cliquer droit et choisir *Mise en forme* de l'axe.

3 Sous Excel 2010, cliquer sur *Options d'axe* dans la partie gauche de la boîte de dialogue. Sous Excel 2013, choisir *Options d'axe>Options d'axe* dans le volet de mise en forme de l'axe des abscisses.

4 Sélectionner *Texte sur les axes*.

Les dates sont alors considérées comme des étiquettes et Excel ne cherche plus à « combler les trous ».

Jouer avec l'échelle de l'axe des ordonnées

L'échelle de l'axe des ordonnées vous permet d'intervenir sur plusieurs aspects importants du graphique. Pour tasser votre graphique, allez dans les options de l'axe et choisissez un maximum plus grand que celui qu'Excel propose par défaut.

EN PRATIQUE Régler la graduation de l'axe des Y

Pour régler l'axe des ordonnées, Excel met en place une graduation automatique capable, quelles que soient les valeurs à représenter, de les afficher intégralement. Cette graduation se matérialise à travers quatre valeurs : le minimum, le maximum et les unités principale et secondaire qui régissent la finesse des quadrillages horizontaux lorsque leur affichage est activé. Vous pouvez désactiver ces réglages automatiques en fixant vos propres valeurs.

1. Accédez à la boîte de dialogue (Excel 2010) ou au volet concerné *Options d'axe>Options d'axe* (Excel 2013), par un double-clic sur l'axe des ordonnées.
2. Sous Excel 2010, pour imposer vos réglages personnels, cochez l'option *Fixe* correspondant au paramètre à personnaliser. Instantanément, la case de saisie devient accessible et vous pouvez indiquer votre propre valeur. Sous Excel 2013, saisissez directement dans l'une des cases *Minimum*, *Maximum*, *Principale* ou *Secondaire*.

Options d'axe

Minimum :	◉ Automatique	○ Fixe	0,0
Maximum :	○ Automatique	◉ Fixe	100
Unité principale :	○ Automatique	◉ Fixe	20
Unité secondaire :	○ Automatique	◉ Fixe	5

Figure 8–18 Vous venez d'imposer votre propre graduation. C'est parfait. Attention, cependant, aux valeurs susceptibles d'évoluer dans le temps. Si l'une d'elles dépasse 100, elle sera représentée de manière incomplète.

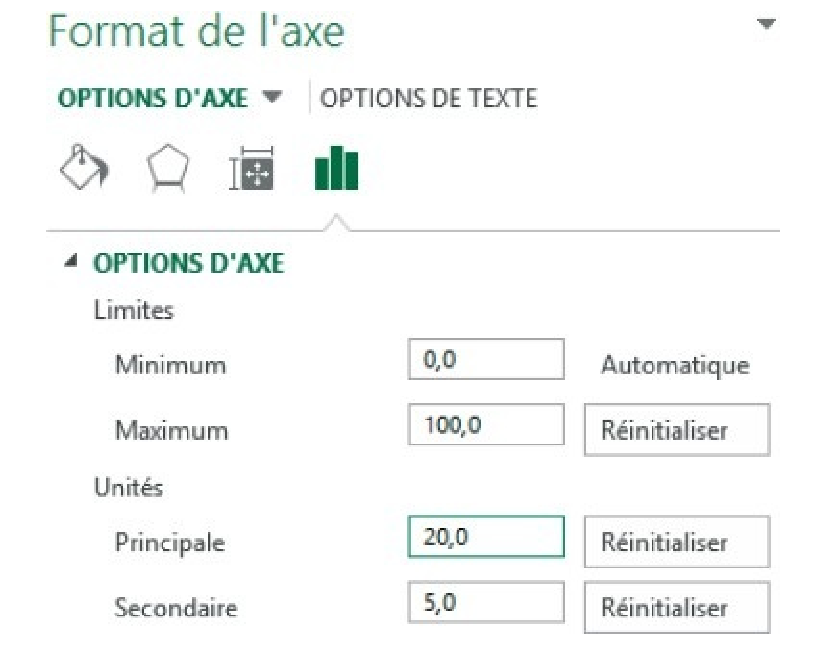
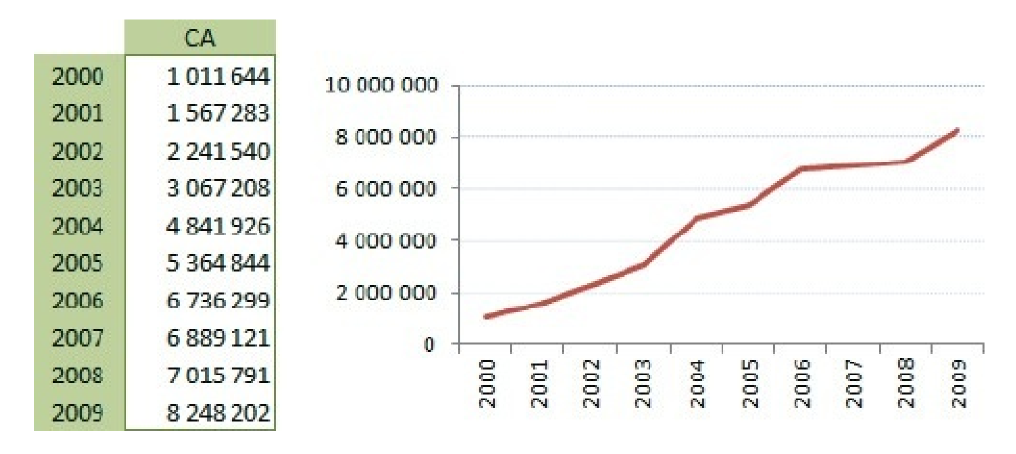


Figure 8–19 Réglages similaires effectués sous Excel 2013.

Si les séries de votre graphique correspondent à des échelles de grandeur très différentes (l'évolution du chiffre d'affaires d'une société comparée à celle du chiffre d'affaires d'un secteur par exemple), n'hésitez pas à choisir une échelle logarithmique qui va maximiser les écarts entre les petites valeurs et minimiser ceux qui pourraient exister entre les grandes valeurs.

ASTUCE Les valeurs numériques du graphique dans un format différent

Par défaut, Excel installe sur l'axe des ordonnées du graphique les mêmes formats de nombre que ceux qu'il a trouvés dans les cellules utilisées pour créer le graphique. Vous pouvez modifier cela et choisir d'autres formats.



	CA
2000	1 011 644
2001	1 567 283
2002	2 241 540
2003	3 067 208
2004	4 841 926
2005	5 364 844
2006	6 736 299
2007	6 889 121
2008	7 015 791
2009	8 248 202

Figure 8–20 Les étiquettes d'axe exprimées en euros prennent beaucoup de place.

1. Cliquez droit sur l'axe des ordonnées et choisissez *Mise en forme de l'axe*.
2. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Nombre*. Sous Excel 2013, choisissez *Options d'axe>Options d'axe* dans le *volet de mise en forme de l'axe*.
3. Sous Excel 2010, dans la case *Code format*, entrez le format `# ##0 " M€"`. Attention à bien entrer

deux espaces après le `0` (pour diviser les valeurs par `1 000 000`) et un espace après le premier guillemet (pour l'esthétique). Sous Excel 2013, choisissez *Millions* dans la liste déroulante *Unités d'affichage*, et l'impact sur votre graphique est instantané.

4. Sous Excel 2010, vous devez encore cliquer sur *Ajouter* puis sur *Fermer*. L'axe des ordonnées n'a plus le même format de nombre que les cellules de la feuille de calcul à partir desquelles le graphique a été tracé.

Si vous souhaitez jouer sur la finesse du quadrillage principal, allez dans les options de l'axe et modifiez l'unité principale. Les quadrillages étant calés sur l'unité principale, ils s'adapteront automatiquement.

Appliquer au graphique une mise en forme express

Un graphique se compose de six éléments principaux :

- la zone de traçage ;
- les séries ;
- l'axe des abscisses ;
- l'axe des ordonnées ;
- la légende ;
- le titre.

Si vous n'avez pas beaucoup de temps à consacrer à l'esthétique de votre graphique, vous pouvez appliquer une mise en forme express. Faites d'abord votre choix dans *Outils de graphique>Création>Styles du graphique*. Vous agirez sur les deux premiers éléments (la zone de traçage et les séries). Faites ensuite votre choix dans *Outils de graphique>Création>Dispositions du graphique*. Vous agirez sur les quatre derniers éléments (les deux axes, la légende et le titre).

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Un accès direct aux styles du graphique

Sous Excel 2013, le deuxième bouton qui apparaît à droite de tout graphique sélectionné donne un accès direct à la galerie des styles de graphiques « prêts à l'emploi ». Un onglet couleur permet également de choisir plus directement un nouvel ensemble de couleurs pour le graphique sélectionné.

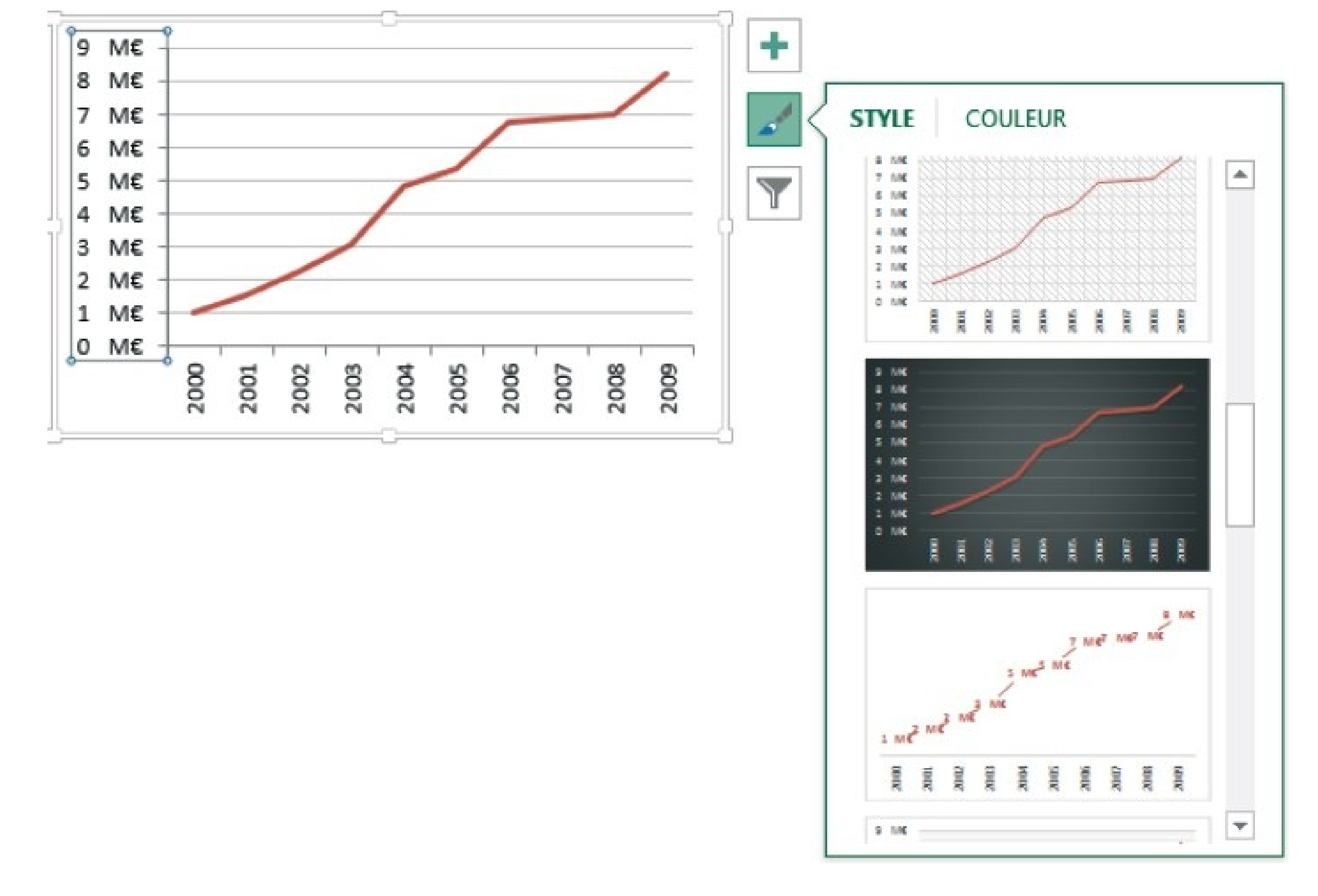


Figure 8–21 Sous Excel 2013, un accès direct aux mises en forme automatiques du graphique.

Modifier l'emplacement du graphique

Par défaut, un graphique est créé comme un objet d'une feuille de calcul. Vous pouvez l'isoler sur une feuille graphique :

1 Sélectionnez le graphique.

2 Choisissez *Outils de graphique>Création>Emplacement>Déplacer le graphique*. Cliquez sur l'option *Nouvelle feuille*.

Vous pouvez également placer votre graphique sur une autre feuille de calcul en choisissant son nom dans la liste déroulante liée à l'autre option : *Objet dans*.

EN PRATIQUE Imprimer les graphiques

Si votre graphique est un objet flottant sur la feuille de calcul, il sera imprimé avec le reste de la feuille. Dans ce cas, les paramètres de mise en page choisis dans la boîte de dialogue *Mise en page* s'appliquent à la feuille de calcul et non au graphique. En revanche, si avant de choisir *Mise en page>Mise en page* (via le lanceur de boîte de dialogue), vous avez sélectionné le graphique, les paramètres choisis dans la boîte de dialogue ne s'appliqueront qu'à lui. Il en est de même si vous lancez la mise en page et l'impression depuis une feuille graphique. Dans les options avancées (*Fichier>Options>Options avancées*), la section *Imprimer* propose l'option *Mode haute qualité*

pour les graphiques qui améliore leur impression.

MISE EN PAGE Spécificité des graphiques

Lorsque vous êtes sur une feuille graphique ou lorsqu'un objet graphique est sélectionné, la boîte de dialogue *Mise en page* affiche un quatrième onglet, dans lequel sont proposées des options spécifiques aux graphiques.

Composer des graphiques élaborés

Avec les éléments présentés jusqu'à présent, vous pouvez déjà réaliser la plupart des graphiques. Cependant, la connaissance des techniques qui suivent vous aidera à surmonter les dernières difficultés que vous pourriez rencontrer.

Juxtaposer plusieurs types de représentations graphiques

Sous Excel 2010, si vous choisissez *Outils de graphique>Création>Type>Modifier le type de graphique* sans avoir pris soin de sélectionner au préalable une série particulière, c'est l'aspect de tout votre graphique qui est modifié. En revanche, si vous avez commencé par sélectionner une série, la modification ne s'appliquera qu'à elle. Cette particularité permet de juxtaposer plusieurs types de représentation dans un même graphique.

EN PRATIQUE Gérer un second axe des ordonnées

Pour disposer d'un second axe des ordonnées :

1. Sélectionnez le graphique.
2. Sélectionnez la série pour laquelle vous souhaitez disposer d'un deuxième axe.
3. Cliquez droit dessus et choisissez *Mettre en forme une série de données*.
4. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Options des séries* et, dans la partie droite, sur *Axe secondaire*. Sous Excel 2013, choisissez *Options des séries>Options des séries* dans le volet de mise en forme de la série concernée et sélectionnez *Axe secondaire*.

L'axe ainsi créé peut mener une vie totalement autonome du premier axe des ordonnées. Vous pouvez associer n'importe quelle série à cet axe en cliquant droit sur la série pour choisir *Mettre en forme une série de données* et sélectionner ensuite *Axe secondaire*.

Sous Excel 2013, choisissez *Outils de graphique>Création>Type>Modifier le type de graphique>Tous les graphiques>Graphiques combinés*, puis composez votre graphique combiné en choisissant le mode de représentation souhaité pour chaque série à l'aide des listes déroulantes qui apparaissent dans la partie inférieure de la boîte de dialogue.

Juxtaposer histogrammes simples et empilés

Sans précaution particulière, choisir *Histogramme empilé* ou *Histogramme simple*, même en appliquant ce choix à une seule série, affecte automatiquement toutes les autres (du fait de la communauté du type de graphique choisi, ici *Histogramme* dans les deux cas). Pourtant, vous pouvez voir sur la figure suivante un graphique qui juxtapose les deux formes… comment est-ce possible ?



	A	B	C	D	E
1		2006	2007	2008	2009
2	Revenus	32 000	34 000	38 000	44 000
3					
4	Impôts et taxes	7 000	7 500	8 000	8 500
5	Dépenses utilitaires	14 000	12 000	18 000	16 000
6	Dépenses plaisir	10 000	12 000	8 000	14 000

Figure 8–22 Grâce à une astuce, on a réussi à juxtaposer une partie des séries en histogrammes empilés alors que la première série apparaît comme un histogramme simple à côté de l'empilement.

Voici la marche à suivre pour parvenir à ce résultat :

1 Sélectionnez la plage *A1:E6* (vous remarquerez que la ligne 3 contient une série « vide »).

2 Choisissez *Insertion>Graphiques>Colonne>Histogramme empilé* (Excel 2010) ou *Insertion>Graphiques>Insérer un histogramme>Histogramme empilé* (Excel 2013).

3 Cliquez sur *Outils de graphique>Création>Données>Intervertir les lignes/colonnes*.

4 Cliquez droit sur la série `Revenus` et choisissez *Mettre en forme une série de données*.

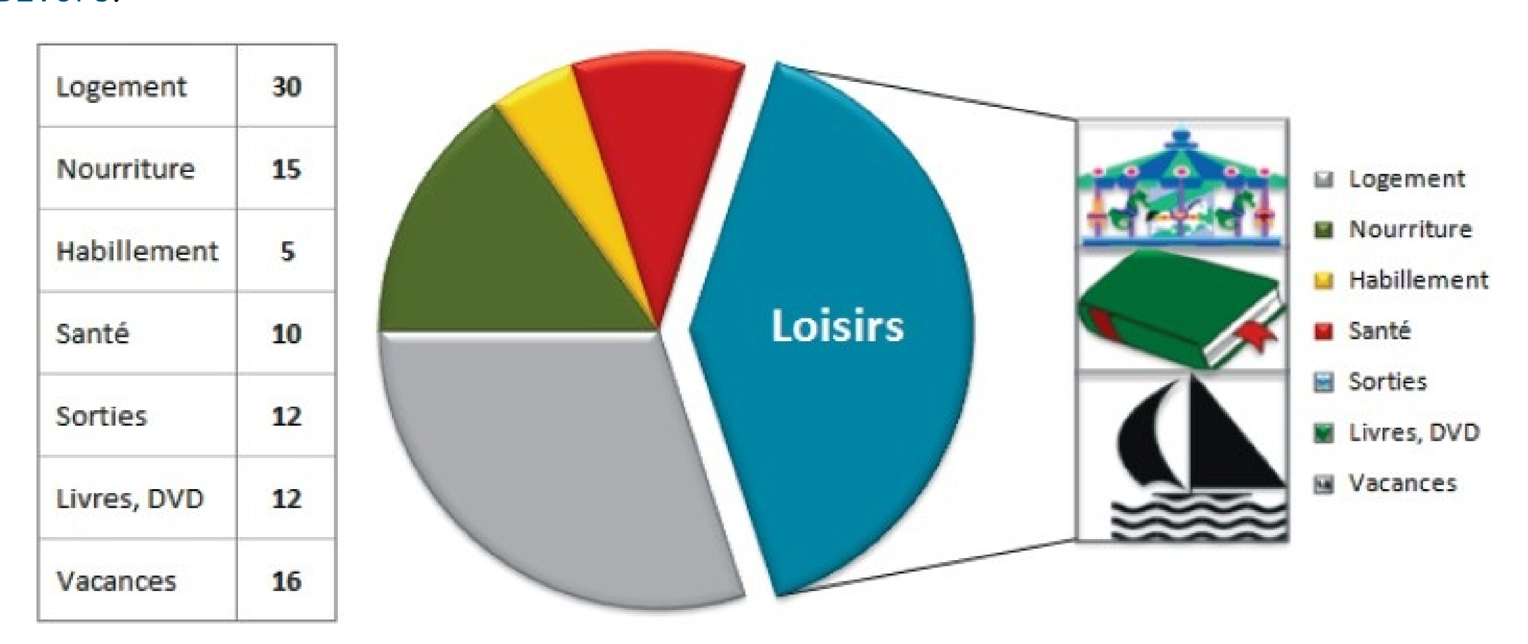
5 Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Options des séries* et, dans la partie droite, choisissez *Tracer la série avec axe secondaire*. Sous

Excel 2013, sélectionnez *Options des séries>Options des séries>Axe secondaire* dans le volet de mise en forme de la série `Revenus`.

6 Sous Excel 2010, tant que vous êtes dans cette boîte de dialogue, mettez le curseur de *Superposition des séries* à `0%` et celui de la *Largeur de l'intervalle* à `100%`. Sous Excel 2013, ces deux options se trouvent juste sous les réglages que vous venez d'effectuer au point 5.

EXPERT Juxtaposer un graphique en secteurs et la ventilation d'un de ses points

Vous tracez un graphique en secteurs à partir d'une liste de valeurs, mais, souhaitant éviter une multitude de secteurs trop petits, vous avez, au préalable, cumulé plusieurs valeurs sous une rubrique `Divers`. Afin de ne pas perdre le détail de l'information représentée sous cette rubrique, Excel donne la possibilité de tracer un second graphique à côté du premier, reprenant les composantes de `Divers`.



Logement	30
Nourriture	15
Habillement	5
Santé	10
Sorties	12
Livres, DVD	12
Vacances	16

Figure 8–23 Les trois rubriques Sorties, Livres et Vacances ont été regroupées par Excel dans le graphique principal sous une rubrique unique à laquelle vous avez associé l'étiquette Loisirs. Le détail apparaît dans le second graphique.

Pour obtenir un tel résultat, il faut partir d'une liste unique regroupant toutes les valeurs à représenter (mais sans créer la rubrique `Loisirs` car c'est Excel qui s'en chargera tout seul au moment du tracé). Il faut placer les rubriques de détail en fin de liste.

1. Sélectionnez les cellules contenant les données.
2. Choisissez *Insertion>Graphiques>Secteurs>Barres de secteurs* (sous Excel 2013, vous devez choisir *Autres* pour accéder à cette option).

Si Excel ne scinde pas les données au bon endroit :

1. Cliquez droit sur le disque et choisissez *Mettre en forme une série de données*.
2. Sous Excel 2010, sélectionnez la catégorie *Options des séries*. Sous Excel 2013, choisissez *Options des séries>Options des séries* dans le volet de mise en forme de la série.
3. Sous Excel 2010, modifiez la valeur indiquée dans la case *Le second tracé contient les dernières*

x valeurs. Sous Excel 2013, modifiez la valeur indiquée dans la case *Valeurs du second tracé*.

7 Activez l'onglet *Outils de graphique>Format* et, dans la catégorie *Sélection active*, choisissez `Série 2` dans la liste déroulante.

8 Cliquez sur *Mise en forme de la sélection* et faites les mêmes réglages que pour la série `Revenus` (voir étapes 5 et 6). Sous Excel 2010, choisissez en plus l'option *Aucun remplissage* après avoir cliqué, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, sur *Remplissage*. Sous Excel 2013, choisissez l'option *Aucun remplissage* dans le volet de mise en forme de la `Série 2`, *Remplissage et ligne>Remplissage.*

9 Sélectionnez l'une des trois autres séries et choisissez *Mettre en forme une série de données*. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Options des séries* et, dans la partie droite, mettez le curseur de *Superposition des séries* à `100%` et celui de la *Largeur de l'intervalle* à `50%`. Sous Excel 2013, faites les mêmes réglages dans le volet de mise en forme de la série, *Options des séries>Options des séries.*

10 Positionnez le maximum de l'axe principal à `50 000`.

Les autres réglages ne font appel qu'à des techniques déjà exposées dans ce chapitre.

Ajouter une courbe de tendance au graphique

Si vous estimez qu'il est significatif de vous fonder sur les données passées pour prévoir l'avenir, vous pouvez faire appel aux courbes de tendance. Vous avez représenté l'évolution du chiffre d'affaires annuel sur les dix dernières années. Vous souhaitez faire des prévisions pour 2014 et 2015. Pour cela :

1 Sélectionnez la série concernée par les prévisions, puis, sous Excel 2010, choisissez *Outils de graphique>Disposition>Analyse* et sélectionnez *Courbe de tendance>Autres options de la courbe de tendance*. Sous Excel 2013, choisissez *Outils de graphique>Création>Dispositions du graphique>Ajouter un élément de graphique>Courbe de tendance>Autres options de la courbe de tendance*.

2 Choisissez parmi les divers types proposés celui qui semble le mieux représenter l'existant (dans notre exemple, il s'agit de la *Courbe polynomiale d'ordre 4*).

3 Cochez l'option *Afficher l'équation sur le graphique*.

4 Sous Excel 2010, tapez `2` dans la case *Prévision>Transférer* et cliquez sur *Fermer*. Sous Excel 2013, tapez `2` dans la case *Prévision – En avant*.

Vous pouvez traduire l'équation affichée sur le graphique en une formule que vous entrerez dans une cellule afin de définir précisément le résultat des périodes futures. Attention, conformément à ce que vous voyez sur la copie d'écran, dans la barre de formule, utilisez `1`, `2`, `3`, etc. pour les abscisses. Ainsi, afin de connaître le CA prévu pour

2014, vous ne devez pas utiliser `2014`, mais `11` comme valeur de `x`.

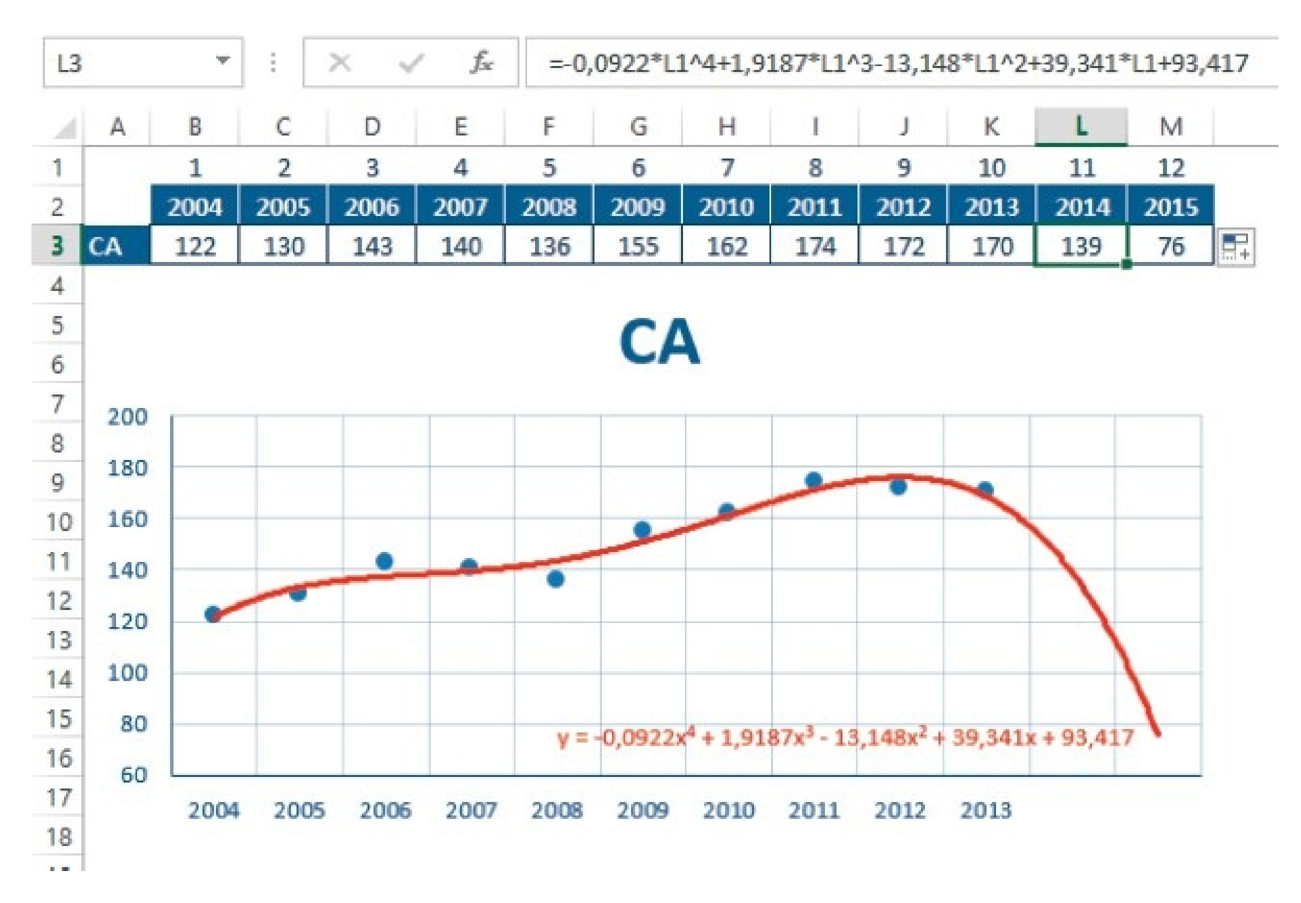


Figure 8–24 La courbe poursuivie sur les deux périodes suivantes donne une idée des résultats attendus en 2014 et 2015 si aucun *événement* ne vient perturber l'évolution précédente.

EXPERT Ajouter des barres d'erreur

Les valeurs numériques que vous représentez sont rarement fiables à 100 %. Quand elles sont issues de mesures, elles s'accompagnent inexorablement d'une incertitude liée à l'appareil lui-même. Cette dernière peut être évaluée et témoigne de la limite de la précision de la mesure. Sur les graphiques scientifiques, cette incertitude est souvent matérialisée par des barres d'erreur.

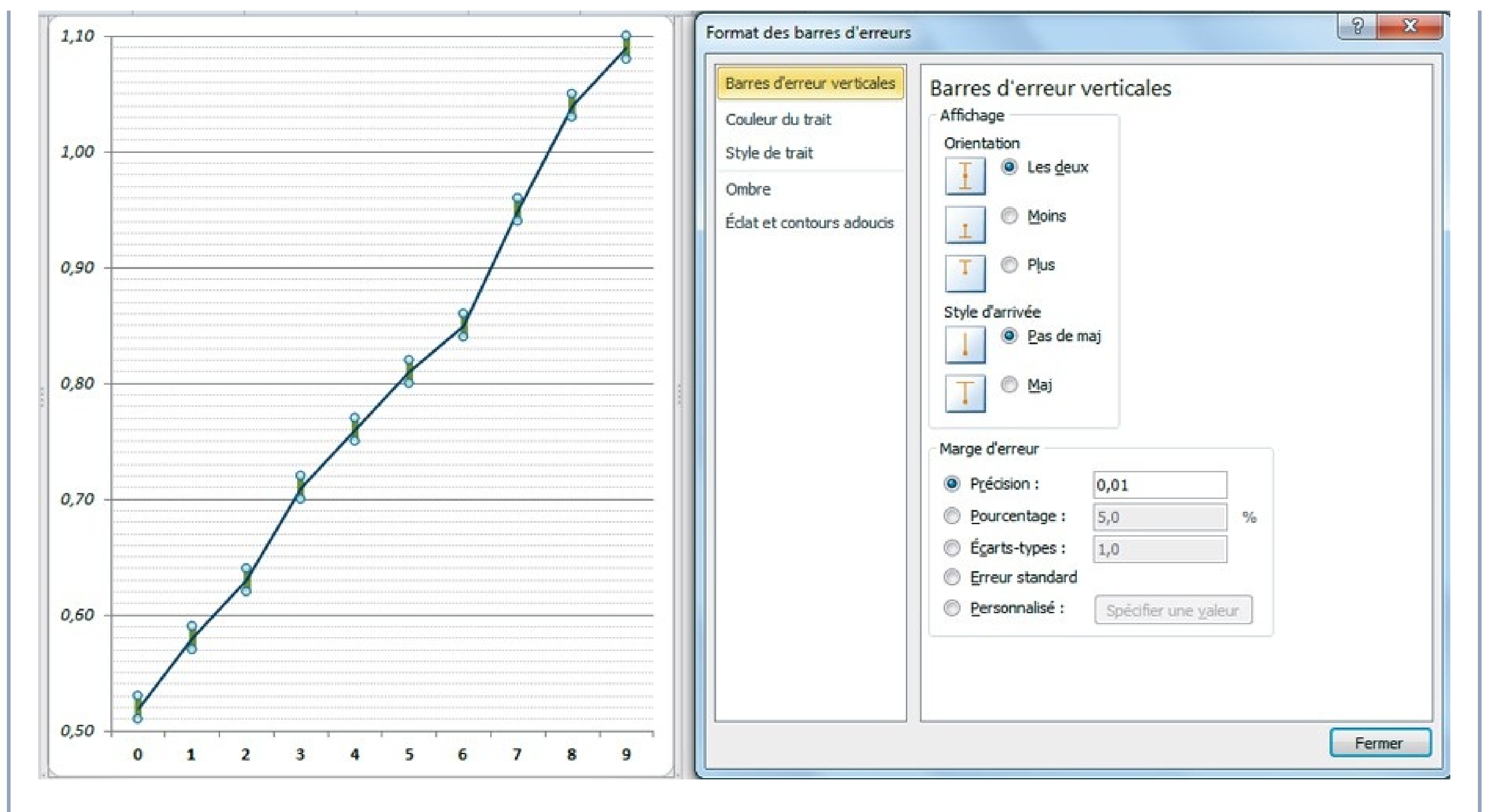


Figure 8–25 Ce graphique représente la taille d'un enfant mesurée entre 0 et 9 ans. On estime que chaque mesure est fiable à plus ou moins 1 cm près.

Afficher les étiquettes sur un graphique en nuage de points

Lorsque vous réalisez un graphique en nuage de points, vous êtes obligé de limiter votre sélection à deux lignes ou deux colonnes, chacune contenant les valeurs de la variable à représenter respectivement sur l'axe des abscisses et l'axe des ordonnées. Vous obtenez donc un graphique qui contient bien vos dix points, mais vous ne voyez pas à quelle année correspondent ces dix points. Jusqu'à Excel 2013, il n'existait aucune procédure simple pour faire apparaître les années à côté de ces points.

Sous Excel 2010, c'est grâce à une utilisation astucieuse des étiquettes de données que l'on y parvient. Le graphique en nuage de points a été réalisé à partir de la sélection de la plage *B2:K3*.

1 Choisissez *Outils de graphique>Disposition* puis *Étiquettes> Étiquettes de données>Au-dessus*.

2 Cliquez une première fois sur l'une des étiquettes (toutes sont sélectionnées), puis une deuxième fois sur la première étiquette (seule cette dernière est sélectionnée).

3 Cliquez dans la barre de formule, tapez =, puis cliquez dans la cellule *B1*. Validez en pressant la touche *Entrée*.



Figure 8–26 On parvient à faire apparaître les années au-dessus de chaque point grâce à une utilisation astucieuse des étiquettes de données.

4 Procédez de la même manière pour les neuf autres étiquettes.

ASTUCE Macro

Cette procédure étant un peu longue, la création d'une macro pour accomplir plus rapidement cette tâche est tout à fait indiquée (voir le chapitre 11).

Sous Excel 2013, la réalisation de ce graphique est beaucoup plus simple.

1 À partir du même graphique en nuage de points, sélectionnez la série et cliquez sur le premier bouton qui apparaît à droite du graphique, *Éléments de graphique*.
2 Cochez *Étiquettes de données*, puis cliquez sur la flèche grise située juste à droite de cet élément et sélectionnez *Autres options*.
3 Dans le volet qui apparaît à droite de la feuille de calcul, veillez à ce que vous soyez bien sur *Options d'étiquettes>Options d'étiquettes* et cochez la case *Valeur à partir des cellules*.
4 Cliquez-glissez sur la plage *B1:K1* (les coordonnées de cette plage viennent s'inscrire dans la boîte de dialogue apparue au point 3). Refermez la boîte de dialogue et, si vous ne souhaitez voir que les années, décochez l'option *Valeur Y*.

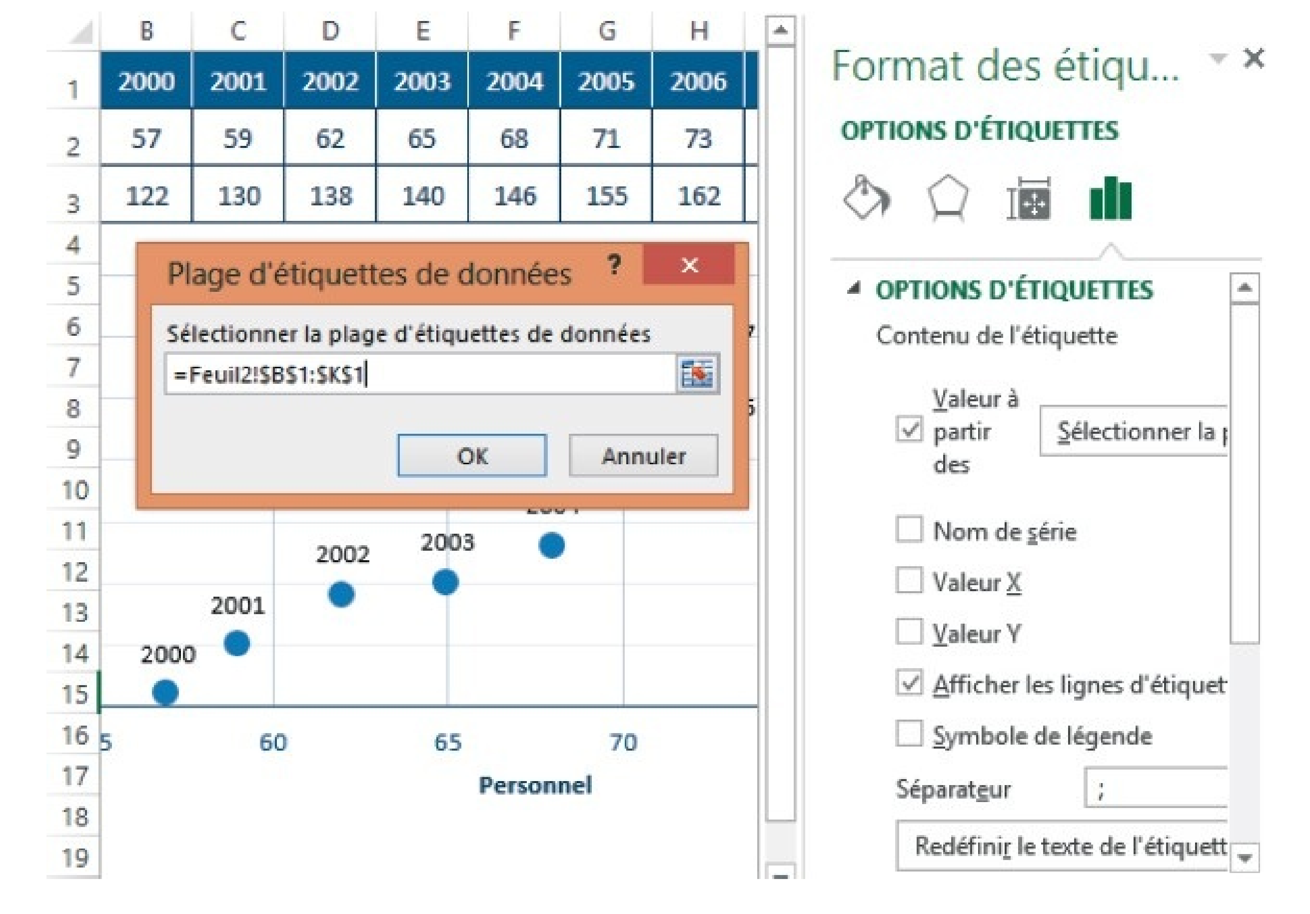


Figure 8–27 Sous Excel 2013, l'affichage des années au-dessus de chaque point est obtenu instantanément.

EN PRATIQUE Personnaliser un point

Si vous souhaitez faire ressortir une pile ou la partie d'une courbe, ou encore associer une étiquette à un seul point d'une série, c'est possible. Il faut sélectionner ce point avant d'entreprendre votre modification. Lorsque vous cliquez sur un point, c'est toute la série à laquelle il appartient qui est sélectionnée. Pour l'isoler, cliquez une nouvelle fois dessus, mais pas trop rapidement, pour que votre action ne soit pas interprétée comme un double-clic. Procédez de la même manière avec les étiquettes associées à une série. Pour en isoler une, vous devez cliquer une première fois dessus, puis une nouvelle fois.

EXPERT Des étiquettes d'axe alternativement au-dessus et au-dessous de l'axe des abscisses

Lorsqu'un graphique en histogrammes affiche à la fois des valeurs positives et négatives, certaines étiquettes de l'axe des abscisses sont noyées dans les piles orientées vers le bas. Excel 2010 n'offre pas d'outil simple pour éviter cela, mais l'astuce proposée ici contourne cette contrainte. Pour cela, Excel 2013, malgré ses enrichissements notoires en matière d'étiquettes, n'offre pas de solution plus simple.

1. Sélectionnez la plage *A1:C4* (vous remarquez que c'est exactement la même série qui a été dédoublée dans les colonnes *B* et *C*).
2. Sous Excel 2010, choisissez *Insertion>Graphiques* puis *Colonne>Histogramme groupé*. Sous Excel 2013, sélectionnez *Insertion>Graphiques>Insérer un histogramme>Histogramme groupé*.

3. Sélectionnez la série 1 et supprimez-la.
4. Choisissez *Outils de graphique>Création>Données>Sélectionner des données.* Cliquez sur *Modifier* pour prendre la plage *A1:A4* comme étiquettes des axes.
5. Supprimez la légende, l'axe des ordonnées et le quadrillage.
6. Cliquez droit sur l'axe des abscisses et sélectionnez *Mise en forme de l'axe*. Sous Excel 2010, choisissez *Aucune graduation principale* et *Aucune étiquette d'axe*. Sous Excel 2013, veillez à ce que le volet affiché à droite fasse apparaître sa partie *Options d'axe>Graduations* et vérifiez que ce soit bien *Aucune* qui apparaisse en face de *Type principal*. Double-cliquez ensuite sur la catégorie *Étiquettes* et vérifiez que ce soit bien *Aucune* qui apparaisse en face de *Position de l'étiquette*.
7. Sélectionnez la première série. Sous Excel 2010, choisissez *Outils de graphique>Étiquettes* puis *Étiquettes de données>Autres options d'étiquettes de données* et cochez *Nom de catégorie*. Sous Excel 2013, cliquez sur le premier bouton qui apparaît à droite du graphique, *Éléments de graphique*. Cochez *Étiquettes de données*, puis cliquez sur la flèche grise située à l'extrême droite de cet élément et choisissez *Autres options*. Dans le volet apparu à droite de la feuille de calcul, sélectionnez *Options d'étiquettes>Options d'étiquettes*, puis cochez la case *Nom de catégorie* et décochez les cases *Valeur* et *Afficher les lignes d'étiquettes*.
8. Sélectionnez la deuxième série. Sous Excel 2010, choisissez *Outils de graphique>Étiquettes>Étiquettes de données>Autres options d'étiquettes de données* et cochez *Valeur*. Sous Excel 2013, cliquez sur le premier bouton qui apparaît à droite du graphique, *Éléments de graphique*, et cochez *Étiquettes de données*.
9. Faites un cliquer-glisser des étiquettes contenant les années vers les emplacements souhaités près de l'axe des abscisses.
10. Cliquez droit sur la première série et choisissez *Mettre en forme une série de données*. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Options des séries*. Dans la partie droite, fixez le pourcentage de superposition des séries à `100%`. Sous Excel 2013, choisissez *Options des séries>Options des séries* dans le volet affiché à droite de la feuille de calcul et saisissez `100%` dans la case *Superposition des séries*.

Pour les autres transformations, il s'agit de techniques déjà évoquées précédemment dans ce chapitre.

	A	B	C
1	2006	15	15
2	2007	30	30
3	2008	-10	-10
4	2009	-20	-20

Figure 8–28 Grâce à une utilisation astucieuse des étiquettes de données, on a réussi à faire apparaître les étiquettes d'abscisse à la fois au-dessus et au-dessous de l'axe.

Personnaliser un graphique boursier

Le graphique boursier produit automatiquement par Excel et reprenant les cinq valeurs de base d'un cours (volume, ouverture, max, min et clôture) est loin d'être satisfaisant. Pour parvenir au résultat présenté figure 8-29, voici les étapes à suivre :

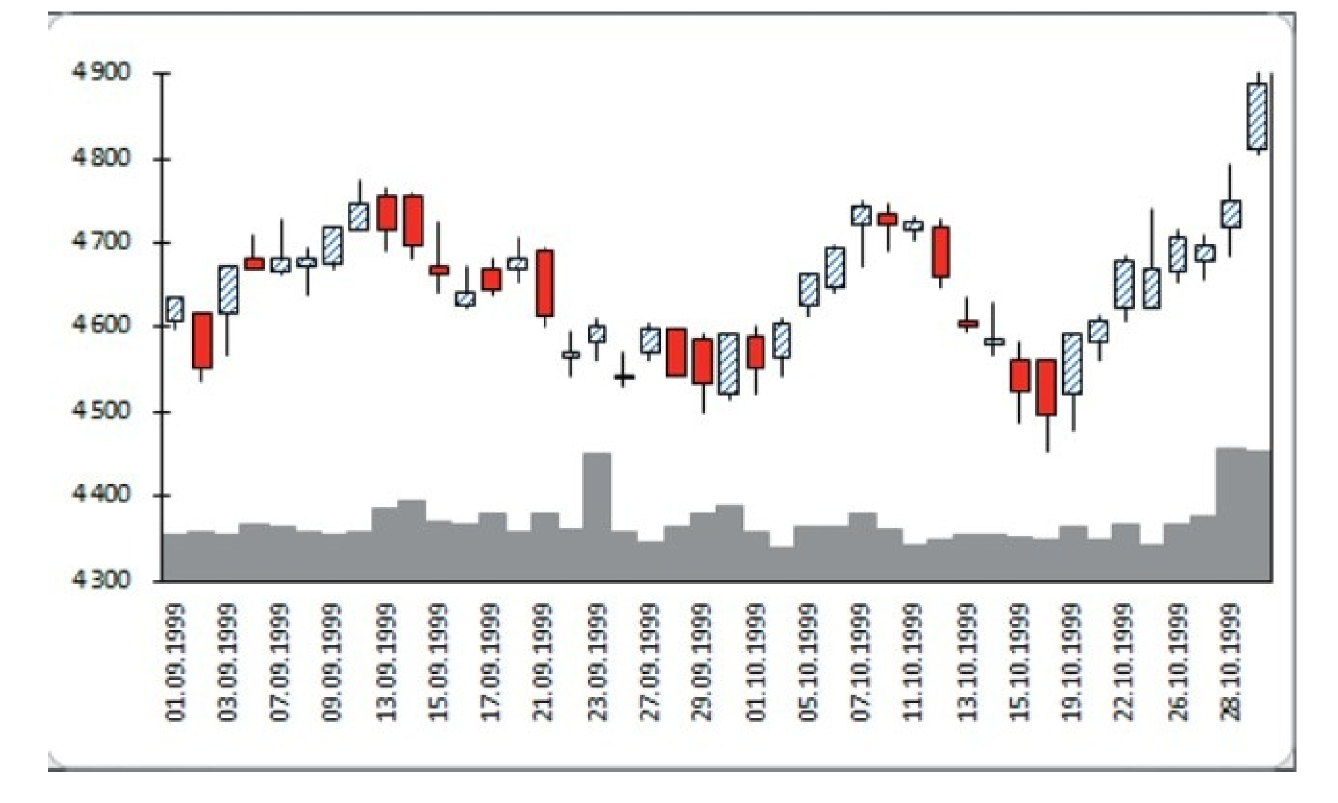


Figure 8–29 Graphique boursier conforme à ceux que l'on peut voir dans les revues spécialisées.

1 Sélectionnez la plage *A1:F43*.

	A	B	C	D	E	F
1	Date	Volume	Ouverture	Max	Min	Clôture
2	01.09.1999	1795	4 606,10	4 634,00	4 599,10	4 633,30
3	02.09.1999	1902	4 616,20	4 617,30	4 535,50	4 550,60
4	03.09.1999	1818	4 616,20	4 672,30	4 566,10	4 672,30
5	06.09.1999	2281	4 681,80	4 708,00	4 668,00	4 668,00
6	07.09.1999	2110	4 665,00	4 728,60	4 663,50	4 679,90
7	08.09.1999	1875	4 670,70	4 693,00	4 639,60	4 680,60
8	09.09.1999	1862	4 674,30	4 720,00	4 669,80	4 717,40
9	10.09.1999	1952	4 715,30	4 773,80	4 715,30	4 745,40
10	13.09.1999	2824	4 754,60	4 764,10	4 692,30	4 716,70

Figure 8–30 Début du tableau utilisé pour réaliser le graphique boursier. Il s'agit des cours du CAC 40 entre le 1er septembre et le 29 octobre 1999. Le tableau occupe en fait la plage A1:F43.

2 Choisissez *Insertion>Graphiques* et cliquez sur le lanceur de boîte de dialogue.

3 Sous Excel 2013, veillez à ce que l'onglet *Tous les graphiques* soit bien actif. Dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Boursier* et, dans la partie droite, cliquez sur le quatrième modèle (*Volume-Ouverture-Max-Min-Clôture*).

4 Cliquez droit sur l'axe des abscisses et choisissez *Mise en forme de l'axe*. Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, cliquez sur *Options de l'axe* et, dans la partie droite, choisissez *Texte sur les axes*. Sous Excel 2013, sélectionnez dans le volet affiché à droite de la feuille de calcul *Options d'axe>Options d'axe>Texte sur les axes*. Ceci évite les « trous » dus à l'extrapolation qu'Excel fait automatiquement

pour remplacer les dates manquantes des week-ends.

5 Sélectionnez l'axe principal des ordonnées et fixez son maximum à `20 000`, de manière à tasser les histogrammes.

6 Jouez sur la largeur de l'intervalle de cette série (mettez-la à `0%`) pour que les piles des volumes soient collées entre elles. Sélectionnez l'une des quatre autres séries et faites de même pour rendre les bougies plus larges (vous pouvez faire passer la largeur de l'intervalle à `50%`, par exemple). Toujours dans un souci de meilleure lisibilité, modifiez également les remplissages.

PHILOSOPHIE Comment représenter le néant ?

Pour Excel, une cellule qui contient une valeur zéro ou du texte n'est pas représentée de la même manière qu'une cellule vide ou masquée. Dans le premier cas, Excel place le point correspondant au niveau de la graduation zéro de l'axe des ordonnées. En revanche, si une cellule est réellement vide ou masquée, Excel, par défaut, ne la représente pas ; avec un graphique en courbe, il interrompt le tracé. Néanmoins, il propose d'autres options. Pour les trouver, choisissez *Outils de graphique>Création>Données>Sélectionner des données*, puis cliquez sur le bouton *Cellules masquées et cellules vides*. Vous avez trois possibilités :

• conserver le choix par défaut d'Excel (ne pas représenter la cellule vide ou masquée) ;
• la gérer comme une valeur zéro ;
• recréer une continuité entre les deux valeurs encadrant la cellule vide ou masquée.

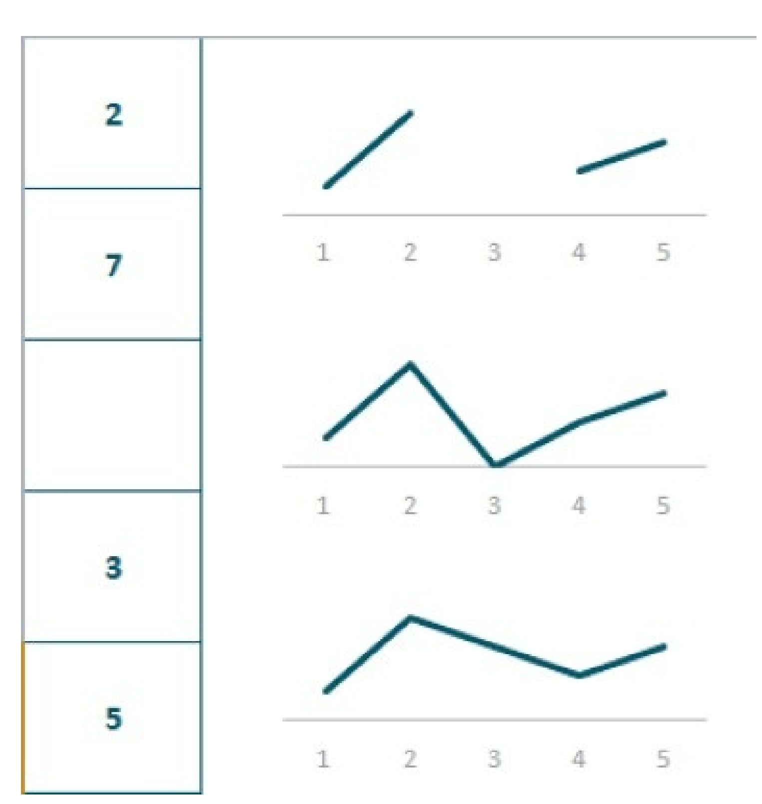


Figure 8–31 Les trois graphiques ont été tracés à partir de la même plage de cinq cellules située à gauche de l'écran. Pour chacun, on a choisi une représentation des cellules vides ou masquées différente.

Exploiter les modèles de graphiques

Si vous vous apercevez que vous refaites régulièrement le même graphique, vous avez tout intérêt à prendre le temps d'en peaufiner une version parfaite afin de l'enregistrer comme modèle et pouvoir l'appliquer tel quel par la suite.

Définir un graphique comme modèle

Le principe de cette technique est de partir d'un graphique exemplaire et de demander à Excel de stocker toutes ses caractéristiques dans un fichier de modèle (`.crtx`).

> **Que stocke-t-on dans un modèle de graphique ?**
>
> Dans un modèle, vous enregistrez non seulement le type du graphique mais aussi les couleurs utilisées, les polices, la disposition des axes, etc. Ainsi, pour que ce modèle soit vraiment efficace, créez-le avec un maximum de séries. En effet, si vous l'utilisez pour un nombre de séries plus important que celui du modèle, ce sont les choix par défaut d'Excel qui s'appliqueront aux dernières séries, vous obligeant à intervenir après coup sur leur mise en forme. En prévoyant large dès le départ, vous serez à l'abri de ce genre de surprise.

Pour définir un graphique comme modèle :

1 Prenez le temps de peaufiner votre graphique (prévoyez suffisamment de séries, soignez les couleurs, le choix des polices, la légende, etc.).

2 Sous Excel 2010, sélectionnez le graphique et choisissez *Outils de graphique>Création>Type>Enregistrer comme modèle*. Sous Excel 2013, cliquez droit sur le graphique et choisissez *Enregistrer comme modèle*.

3 Dans la boîte de dialogue qui apparaît, donnez à votre graphique un nom explicite au niveau de la case *Nom de fichier*. Ne changez ni l'emplacement, ni le format d'enregistrement (`.crtx`) proposé par défaut par Excel et cliquez sur *Enregistrer*.

Utiliser un modèle graphique

1 Sélectionnez votre plage de cellules comme vous le feriez pour créer n'importe quel graphique.

2 Activez l'onglet *Insertion,* catégorie *Graphiques*. Sous Excel 2010, cliquez sur le bouton de votre choix afin d'y sélectionner la commande *Tous types de graphiques*. Sous Excel 2013, cliquez sur le lanceur de boîte de dialogue et activez l'onglet *Tous les graphiques*.

3 Cliquez sur *Modèles* dans la partie gauche de la boîte de dialogue. En promenant la souris sur les modèles proposés dans la partie droite, les noms qui leur sont attribués

apparaissent dans des info-bulles. Sélectionnez le modèle de votre choix et cliquez sur *OK*.

Récupérer un modèle graphique

Si vous louchez sur les magnifiques graphiques de votre collègue, n'hésitez pas à les intégrer dans vos propres modèles. Pour cela, plusieurs solutions s'offrent à vous. Vous pouvez récupérer ses fichiers Excel, puis sélectionner chacun des graphiques et les enregistrer comme modèles. Cependant, s'ils existent déjà sous forme de fichiers de modèle (`.crtx`), récupérez-les sous C:\Utilisateurs\Partition privée\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Charts et collez-les dans votre propre répertoire de modèles (même chemin d'accès).

Administrer ses modèles graphiques

Si vous êtes particulièrement prolixe en matière de création de modèles, vous serez sans doute amené de temps en temps à en supprimer certains, à en renommer d'autres, etc. Pour cela :

1. Sélectionnez *Insertion>Graphiques*. Sous Excel 2010, dans *Colonne*, sélectionnez *Tous types de graphiques*. Sous Excel 2013, cliquez sur le lanceur de boîte de dialogue, activez l'onglet *Tous les graphiques* et, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, choisissez *Modèles*.
2. Cliquez sur *Gérer les modèles*.
3. La boîte de dialogue vous propose tous les modèles personnalisés actifs. Pour les renommer ou les supprimer, cliquez droit sur le modèle de votre choix et choisissez la commande adéquate. Le dossier auquel vous arrivez est situé au bout du chemin d'accès suivant : C:\Utilisateurs\Partition privée\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Charts.

EN COULISSES Répertoire masqué

Le répertoire `AppData` étant un répertoire masqué, vous devez au préalable sélectionner *Démarrer>Panneau de configuration>Options des dossiers*, puis *Affichage>Afficher les fichiers, dossiers et lecteurs cachés.* Sous Windows 8, vous trouverez cette option au bout du chemin suivant : *Paramètres>Panneau de configuration>Options des dossiers>Affichage*. Pour accéder au bouton *Paramètres*, amenez votre souris dans le coin inférieur droit de votre écran.

Échangez vos données avec d'autres utilisateurs

9

Les tableaux et les graphiques que vous échangez avec vos clients ou vos collaborateurs constituent un support de réflexion. À ce titre, ils nécessitent un soin particulier pour que l'information qu'ils véhiculent puisse, en toutes circonstances, être lue, bien comprise et ne subisse aucune altération pendant sa transmission.



SOMMAIRE

- Insérer des commentaires
- Partager un classeur
- Filtrer la saisie
- Installer des protections
- Auditer un classeur
- Consolider des fichiers

MOTS-CLÉS

- Classeur partagé
- Commentaire
- Consolidations
- Fenêtre espion

- Formules en 3D
- Outils d’audit
- Propriétés du classeur
- Protéger
- Signature numérique

Avant d'envoyer votre classeur, si une formule ou un résultat nécessite des explications, ne laissez pas votre interlocuteur démuni. Ajoutez quelques commentaires pour lui apporter toutes les précisions nécessaires. S'il doit compléter votre tableau, guidez sa saisie au plus près et, enfin, apportez toutes les protections nécessaires pour que votre modèle ne puisse pas être altéré. Finalisez votre procédure en vous assurant que le format sous lequel vous transmettez vos données pourra être lu à sa réception.

Lorsque vous recevez un fichier dans un format inhabituel, mettez en œuvre tous les convertisseurs à votre disposition pour être sûr d'afficher des données correctement interprétées. Une fois votre classeur ouvert, n'hésitez pas à abuser des outils d'audit pour comprendre parfaitement la structure du document qui vous a été transmis. Enfin, si vous avez besoin de faire une synthèse rapide à partir d'une série de tableaux issus de plusieurs sources, pensez à utiliser l'outil de consolidation.

Concevez votre classeur dans un objectif de diffusion

Avant de vous lancer dans la construction de vos tableaux, ne perdez pas de vue les destinataires de votre travail. En fonction de ceux-ci, il y a peut-être certaines données que vous souhaiterez masquer. D'autres demanderont d'introduire çà et là quelques commentaires et il faudra parfois qu'une tierce personne puisse y saisir des valeurs sans courir le risque de détruire quoi que ce soit. Toutes ces exigences conditionnent la structure du modèle que vous vous apprêtez à mettre en place. L'objet de cette section est de passer en revue les outils disponibles pour entourer votre tableau de ces soins particuliers.

EN PRATIQUE Une préparation assistée

Une fois votre tableau finalisé, vous pouvez faire appel aux outils d'Excel destinés à débusquer les problèmes susceptibles de perturber le partage envisagé. Sous Excel 2010, ces outils sont accessibles à partir du bouton déroulant *Fichier>Informations>Préparer pour le partage>Vérifier la présence de problèmes*. Sous Excel 2013, vous trouverez ces outils à partir du bouton déroulant *Fichier>Informations>Vérifier l'absence de problèmes*.

Commenter un tableau

Un commentaire est une petite zone de texte associée à une cellule. Il peut être affiché en permanence ou n'apparaître que lorsque vous survolez la cellule. Tous ses paramètres de formatage sont modifiables et il peut être imprimé à côté de la cellule qu'il commente ou tout à la fin du tableau. Une feuille de calcul peut accueillir autant de commentaires que vous le souhaitez.

Ajouter un commentaire

1 Sélectionnez la cellule à laquelle vous voulez associer un commentaire.

2 Cliquez sur le bouton *Révision>Commentaires>Nouveau commentaire* (ou cliquez droit sur la cellule et choisissez *Insérer un commentaire* dans le menu contextuel).

3 Tapez le commentaire dans la zone de texte qui vient d'apparaître.

Modifier un commentaire

B.A. BA Afficher le commentaire

Pour modifier un commentaire, il faut pouvoir accéder à son contenu et, pour cela, il faut l'afficher.

1. Sélectionnez la cellule contenant le commentaire à modifier.
2. Cliquez sur le bouton *Révision>Commentaires>Modifier le commentaire* (ou cliquez droit sur la cellule et choisissez *Modifier le commentaire* dans le menu contextuel).

Modifier le contenu d'un commentaire

1 Affichez le commentaire.

2 Cliquez dans la zone de texte et modifiez le commentaire.

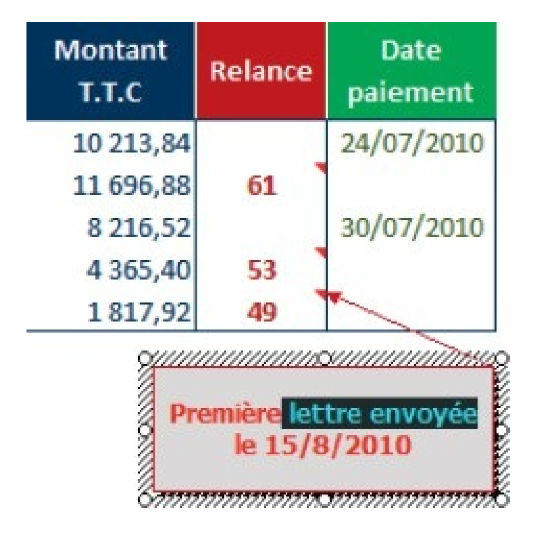


Figure 9–1 Commentaire en cours de modification.

À SAVOIR Mini traitement de texte

Votre zone de commentaire est un mini traitement de texte. Toutes les règles de navigation, sélection, édition s'y appliquent.

Modifier la taille d'un commentaire

1 Affichez le commentaire.

2 Cliquez-glissez à partir de l'une de ses huit poignées (les ronds ou carrés blancs qui

apparaissent sur ses bords) pour déformer son « enveloppe ».

Modifier l'emplacement d'un commentaire

1 Affichez le commentaire.

2 Cliquez-glissez à partir de l'un de ses côtés.

Dupliquer un commentaire

Lorsque vous copiez une cellule, vous copiez également son commentaire. Si vous souhaitez ne récupérer que lui dans la cellule cible, utilisez le collage spécial. L'une des options disponibles est justement *Commentaires*.

1 Sélectionnez la cellule contenant le commentaire.

2 Pressez les touches *Ctrl+C*.

3 Sélectionnez la cellule cible.

4 Pressez les touches *Ctrl+Alt+V*, choisissez *Commentaires* et cliquez sur *OK*.

B.A.-BA Supprimer un commentaire

1. Sélectionnez la cellule contenant le commentaire.
2. Cliquez sur le bouton *Révision>Commentaires>Supprimer*.

Vous disposez également de la commande *Effacer le commentaire* à partir du menu contextuel de la cellule.

Modifier les formats d'un commentaire

1 Sélectionnez la cellule contenant le commentaire.

2 Affichez le commentaire.

3 Cliquez droit dessus et choisissez *Format de commentaire*. Cette boîte de dialogue permet de modifier tous ses paramètres.

La boîte de dialogue *Format de commentaire* apparaît et propose tous les paramètres de formatage au sein de huit onglets. Vous pouvez tout modifier dans le détail, installer des dégradés, de grandes variétés de polices et ainsi de suite.



Figure 9–2 Les commentaires peuvent utiliser des images pour constituer leur couleur de fond.

Parcourir les commentaires d'une feuille

Les cellules marquées d'un petit triangle rouge dans leur coin supérieur droit contiennent un commentaire. Vous pouvez toutes les sélectionner d'un coup :

1. Déroulez *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner*.
2. Sélectionnez *Commentaires*.

Vous pouvez également afficher tous les commentaires. Pour cela, cliquez sur *Révision>Commentaires>Afficher tous les commentaires*. Utilisez les boutons *Précédent* et *Suivant* du groupe *Commentaires* dans l'onglet *Révision* pour rechercher celui qui vous intéresse (il n'est pas indispensable d'avoir au préalable affiché tous les commentaires).

> **OPTIONS Trois modes d'affichage des commentaires**
>
> Si vous choisissez *Fichier>Options>Options avancées*, vous verrez que la section *Affichage* propose trois options (*Aucun commentaire ou indicateur*, *Indicateur seul et commentaire en survol*, *Commentaires et indicateurs*). Les choix faits ici interagissent avec ceux que vous avez pu réaliser dans le ruban (groupe *Commentaires* de l'onglet *Révision*) et inversement.

Imprimer les commentaires

La boîte de dialogue *Mise en page* est accessible à partir de l'écran d'impression ou du lanceur de boîte de dialogue du groupe *Mise en page>Mise en page*. Son dernier onglet, *Feuille*, propose plusieurs paramètres d'impression propres aux commentaires (*Aucun*, *À la fin de la feuille*, *Tel que sur la feuille*).

Tableau 9–1 Options d'impression des commentaires

Option	Résultat

Aucun	Aucun commentaire n'est imprimé.
À la fin de la feuille	Tous les commentaires sont regroupés et imprimés sur une nouvelle page, après tous les tableaux, avec un rappel de la référence de la cellule à laquelle ils sont attachés.
Tel que sur la feuille	L'impression reproduit exactement ce qui est affiché sur la feuille. Les commentaires masqués ne sont pas imprimés et les autres sont imprimés en cachant le contenu éventuel des cellules qu'ils recouvrent.

Partager un classeur

L'organisation du travail fait que, de plus en plus souvent, un document n'est plus le fruit d'un seul individu mais d'un groupe. Excel offre plusieurs types de solutions pour travailler ensemble.

RAPPEL Par la messagerie

Vous pouvez tout simplement travailler sur un classeur « normal » que vous envoyez ensuite par messagerie à un collaborateur qui va ajouter ses commentaires et ses modifications. Il peut ensuite envoyer ce même classeur à un troisième collaborateur et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il vous revienne. Ce procédé est tout à fait envisageable, mais on peut dire qu'il manque de convivialité et de rapidité. De plus, si l'un des maillons de la « chaîne » est absent ou débordé, le classeur peut rester longtemps « coincé » à une étape empêchant l'envoyeur initial d'être informé des premières modifications effectuées en début de chaîne.

Partager un classeur sur un serveur commun

Si tous les collaborateurs ont accès au même serveur, vous pouvez y placer un classeur « normal ». Si vous n'avez pas installé de protection particulière, chacun pourra l'ouvrir, y apporter librement ses modifications et l'enregistrer. Si un collaborateur tente de l'ouvrir alors qu'un autre travaille déjà dessus, il verra apparaître un message lui indiquant que le classeur est déjà ouvert et qu'il ne peut y accéder qu'en lecture seule (il peut le lire, mais s'il apporte des modifications, il devra l'enregistrer sous un autre nom).

PARTAGER SOUS EXCEL 2010 Un serveur commun sous SharePoint

SharePoint offre un espace de travail partagé, hébergé par un serveur web. On y installe une bibliothèque d'objets auxquels ont accès des utilisateurs munis de l'autorisation nécessaire. Ces derniers manipulent les objets via un navigateur. Avec Windows SharePoint Services, Microsoft offre, via Internet, un serveur commun. Vous pouvez y placer un classeur afin que d'autres utilisateurs puissent y avoir accès et travailler dessus. Il faut juste savoir que, sous cet environnement, toutes les fonctionnalités d'Excel ne sont pas prises en charge (commentaires, contrôles ActiveX, formes, zones de texte, WordArt, objets OLE incorporés, commandes de la barre d'outils *Formulaires*, commandes de la boîte à outils *Contrôles, graphiques ou images faisant partie d'un groupe*, images

détourées, images dans les en-têtes ou pieds de page, lignes de signature, objets Caméra, etc.). De plus, il ne faut pas que le classeur que vous déposez soit partagé.
Pour avoir accès à ce service, l'organisation dont vous dépendez doit avoir réalisé sa mise en place et s'être authentifiée auprès de Microsoft. Vous disposez alors d'un code d'accès qui vous permet de l'utiliser. Pour placer un classeur sur un tel site, il faut choisir *Fichier>Partager*, puis sélectionner *Enregistrer dans SharePoint*. Si vous avez déjà enregistré un classeur à partir d'Excel 2010 sur un site SharePoint, des URL apparaissent sous *Emplacement actuel et Emplacements récents*. Si vous enregistrez un classeur sur un site SharePoint pour la première fois, cliquez sur *Rechercher un emplacement* pour afficher la boîte de dialogue *Enregistrer sous*. Entrez une URL dans la zone *Nom de fichier*, puis cliquez sur *Enregistrer sous*. Tapez un nom de fichier, puis cliquez sur *Enregistrer*.
Si vous êtes abonné à ces services, en déroulant le bouton *Fichier>Informations>Autorisations>Protéger le classeur*, vous trouvez des options permettant de restreindre l'autorisation d'accès au fichier actif à certaines personnes de votre organisation.

PARTAGER SOUS EXCEL 2013 **Enregistrer sous SkyDrive (le cloud de Microsoft)**

Sous Excel 2013, vous pouvez partager un classeur avec vos collaborateurs en l'enregistrant sous *SkyDrive*. Avant tout, vous devez être titulaire d'un compte Microsoft. Si ce n'est pas le cas, vous pouvez en créer un lors de l'enregistrement de votre premier classeur à partager. Pour cela :

1. Sélectionnez *Fichier>Enregistrer sous>Ajouter un lieu* et cliquez sur *SkyDrive*.
2. Cliquez sur *Compte Microsoft* pour vous connecter (saisissez votre compte et votre mot de passe), puis sélectionnez *Se connecter*.
3. Une fois l'inscription terminée, un espace *SkyDrive* à votre nom s'affiche dans l'écran d'enregistrement, au même titre que votre ordinateur (dans notre exemple, `SkyDrive de Paul Grandon`). Sélectionnez-le, puis, sous *Dossiers récents*, accédez à votre dossier personnel (dans notre exemple, `SkyDrive de Paul Grandon`). S'il ne s'affiche pas, cliquez sur *Parcourir*.
4. Nommez votre fichier et cliquez sur *Enregistrer*.

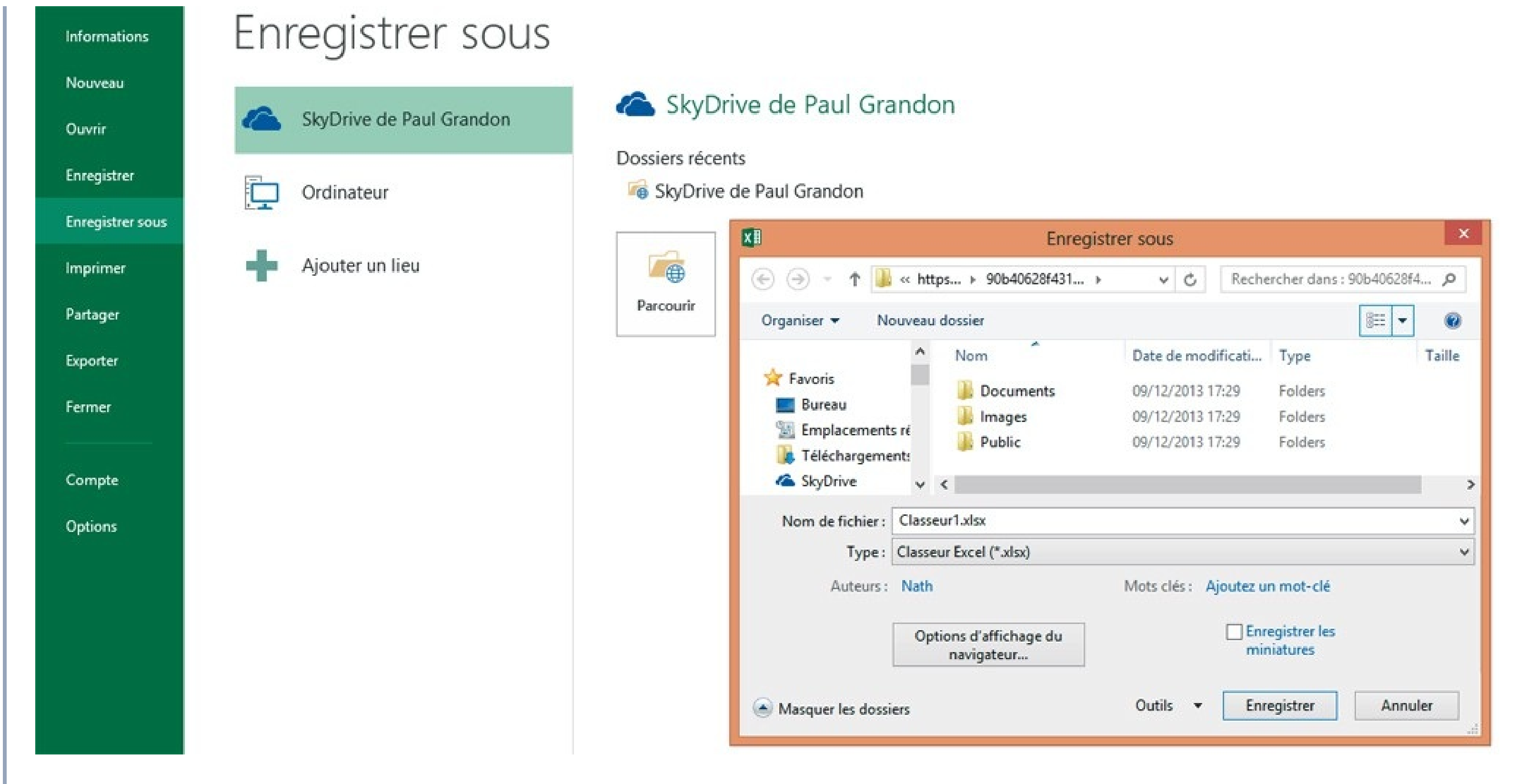


Figure 9–3 Vous pouvez enregistrer vos classeurs dans un espace du cloud associé à votre compte Microsoft. Suivant le sous-répertoire dans lequel vous faites votre enregistrement et les droits que vous associez à votre classeur, ce dernier sera disponible ou non à d'autres utilisateurs.

Après cet enregistrement dans le cloud, vous pouvez sélectionner *Fichier>Partager* afin de décider comment vous souhaitez partager votre fichier (message électronique ou autoriser certaines personnes à accéder à votre fichier sur le cloud).

Conférer la propriété Partagé à un classeur

Pour éviter l'ouverture en lecture seule d'un fichier en cours d'édition par un autre utilisateur, vous pouvez enregistrer votre document comme un classeur partagé.

1. Choisissez *Révision>Modifications>Partager le classeur*.
2. Cochez la case *Permettre une modification multi-utilisateur* et cliquez sur *OK*.

Il est bien évident qu'il faut placer un tel classeur sur un serveur accessible à tous les utilisateurs concernés. Dans ce mode de travail, tous les collaborateurs peuvent ouvrir le classeur en même temps et y apporter leurs modifications simultanément. La mise à jour du fichier est assurée à chaque enregistrement ou survient à des périodes régulières, selon l'option choisie. Si plusieurs collaborateurs tentent de modifier la même cellule, Excel propose deux options pour gérer le conflit. À vous de paramétrer votre classeur partagé pour qu'il réagisse comme vous le souhaitez.

PERSONNALISER Modifier les paramètres de suivi

Modifiez les paramètres par défaut de votre classeur partagé en choisissant *Révision>Modifications>Partager le classeur*, puis en cliquant sur l'onglet *Avancé*. Dans l'onglet *Modification*, vous voyez apparaître la liste des utilisateurs, accompagnée de l'heure et de la date à laquelle ils se sont connectés au classeur. Un bouton *Supprimer* exclut un utilisateur en supprimant son nom de la liste.

SÉCURITÉ Protéger le partage

Pour éviter que n'importe qui puisse désactiver le partage du classeur, choisissez plutôt la commande *Révision>Modifications>Protéger et partager le classeur*. Elle fonctionne exactement comme l'autre, à l'exception du mot de passe que vous pouvez préciser lors de la mise en place du partage.

Suivre à plusieurs les modifications d'un classeur

Lorsque vous mettez un classeur en commun, il est intéressant de pouvoir suivre les interventions de chacun par rapport à une version de départ. Chaque cellule modifiée est alors matérialisée par une couleur particulière et un cartouche apparaît automatiquement avec le nom de l'auteur, la date et l'heure de son intervention.

Mettre en place le suivi des modifications sur le classeur

1. Cliquez sur le bouton déroulant *Révision>Modifications>Suivi des modifications* et sélectionnez *Afficher les modifications*.
2. Cochez la case *Suivre les modifications au fur et à mesure. Le classeur est partagé*.
3. Modifiez éventuellement les autres paramètres de la boîte de dialogue et cliquez sur *OK*. Vous pouvez spécifier une date de départ, limiter le contrôle des modifications à une plage et gérer la liste des intervenants à prendre en compte.
4. Cliquez sur *OK* dans la boîte d'alerte qui apparaît juste après. Le classeur est enregistré et est automatiquement partagé.

Votre classeur est prêt. Si un autre utilisateur l'ouvre, ses interventions ne seront pas prises en compte « normalement », mais les cellules modifiées seront encadrées et un cartouche apparaîtra pour chacune d'elles. Chaque modification de contenu est signalée par une couleur et un cartouche qui en précise l'objet.

EN PRATIQUE Modifications signalées

Si un utilisateur modifie un contenu, insère des cellules ou en supprime, ses interventions sont estampillées avec couleur et cartouches. S'il modifie le format d'une cellule (fond, caractères, style, largeur de colonne, etc.) ses modifications sont acceptées « normalement » et ne laissent pas de traces particulières. Certaines modifications comme l'attribution d'un nom semblent passer inaperçues mais sont pourtant signalées (elles apparaissent dans la série des boîtes de dialogue à

travers lesquelles vous acceptez ou refusez les modifications).

Prendre en compte les modifications du classeur

Une fois le classeur révisé par tous les intervenants, il faut trancher et accepter ou refuser l'ensemble des modifications apportées.

1 Cliquez sur le bouton déroulant *Révision>Modifications>Suivi des modifications* et sélectionnez *Accepter ou refuser les modifications*.

2 Cliquez sur *OK* dans la boîte d'alerte qui apparaît alors.

3 Dans la boîte de dialogue *Sélection des modifications à accepter ou refuser*, cliquez sur *OK*. Auparavant, si vous le souhaitez, intervenez sur les choix par défaut d'Excel pour paramétrer votre validation, en jouant sur les cases *Le*, *Par* et *Dans*.

4 Pour chaque modification, une boîte de dialogue apparaît avec son descriptif et une série de boutons qui vous servent à la valider ou à la refuser. Dès qu'une modification est validée ou refusée, la suivante apparaît dans une nouvelle boîte de dialogue. Vous pouvez également traiter toutes les modifications globalement en cliquant sur *Accepter tout* ou *Refuser tout*.

Comparer et fusionner les classeurs

PRATIQUE Installer la commande

Comparaison et fusion de classeurs est le nom d'une commande qui ne se trouve ni dans le ruban d'Excel 2010, ni dans celui d'Excel 2013. Comme la procédure présentée ici l'utilise, veuillez consulter le chapitre 2 pour savoir comment la rendre disponible à partir de la barre d'outils *Accès rapide*.

L'idée de cette procédure est de diffuser plusieurs exemplaires d'un même classeur, puis, une fois ces derniers renvoyés après modifications, de les comparer et de les fusionner dans un fichier unique. Sans aide, la dernière phase de cette opération peut être extrêmement fastidieuse, surtout si les exemplaires diffusés sont nombreux. La commande *Comparaison et fusion de classeurs* apporte justement les outils nécessaires pour mener à bien cette dernière phase délicate.

Préparer le classeur à diffuser

1 Le classeur à diffuser étant actif, choisissez *Révision>Modifications>Partager le classeur*.

2 Enregistrez-le sous autant de noms différents que de copies nécessaires à sa diffusion.

3 Diffusez-les.

4 Une fois que les classeurs modifiés vous ont été retournés, stockez-les dans le même répertoire que le document maître, ce dernier étant le classeur partagé au départ et conservé chez vous.

Fusionner les classeurs

Le principe de la fusion de classeurs est d'ouvrir d'abord le document maître, puis l'ensemble des fichiers qui vous ont été retournés. À partir de là, c'est à vous de choisir les modifications que vous souhaitez introduire dans le document maître et celles que vous préférez refuser.

1 Ouvrez le document maître et cliquez sur l'outil *Comparaison et fusion de classeurs* à partir de la barre d'outils *Accès rapide*.

2 Dans la boîte de dialogue *Sélectionner les fichiers à fusionner dans le classeur en cours*, cliquez sur tous les fichiers susceptibles de participer à la fusion (avec la touche *Ctrl*), puis cliquez sur *Ouvrir*.

3 Toutes les cellules du classeur maître modifiées dans les fichiers diffusés sont instantanément remplacées par celles du dernier fichier sélectionné à l'étape précédente.

4 Afin de maîtriser le contenu des cellules modifiées, déroulez le bouton *Révision>Modifications>Suivi des modifications* et choisissez *Accepter ou refuser les modifications*.

5 Dans la boîte de dialogue, conservez les options cochées par défaut et cliquez sur *OK*.

6 La boîte de dialogue *Accepter ou refuser les modifications* affiche la référence de la première cellule modifiée, accompagnée de la liste des intervenants sur cette cellule et des valeurs qu'ils y ont introduites. Sélectionnez la modification qui vous convient et cliquez sur *Accepter*. La boîte de dialogue présente la cellule modifiée suivante.

7 Répétez l'étape 6 jusqu'à épuisement des cellules modifiées.

8 À la fin, vous pouvez désactiver le partage du classeur.

Filtrer la saisie dans une feuille de calcul

Vous pouvez confier un document à un collaborateur afin qu'il le complète. Pour qu'il saisisse exactement ce que vous souhaitez et l'aider à comprendre ce que vous attendez de lui, la commande *Validation des données* est idéale.

Mettre en place des filtres de saisie

1 Sélectionnez les cellules dans lesquelles vous souhaitez guider la saisie.

2 Choisissez *Données>Outils de données>Validation des données>Validation des*

données.

3 Cliquez sur l'onglet *Options*.

> **RAPPEL Listes dans les cellules**
>
> À la fin du chapitre 5, nous avons passé en revue les diverses méthodes pour afficher une liste dans une feuille Excel. À ce propos, nous avions déjà abordé la commande *Validation des données*. Nous n'aborderons donc pas ici l'option *Liste*.

Lorsque vous déroulez la liste *Autoriser*, Excel propose plusieurs méthodes pour filtrer la saisie de vos collaborateurs. Vous pouvez n'attendre que des entiers, des valeurs décimales, des dates, ou encore limiter la taille des textes saisis. Vous pouvez même fixer vos propres règles en écrivant la formule correspondante. À travers quelques exemples, nous allons explorer les diverses facettes de cette commande.

Premier filtre de saisie : n'accepter que les entiers positifs

Si vous ne souhaitez accepter que des entiers positifs :

1 Choisissez *Nombre entier* dans la liste *Autoriser*.

2 Sélectionnez *Supérieure ou égale à* dans la liste *Données*.

3 Saisissez `0` dans la case *Minimum* et cliquez sur *OK*.

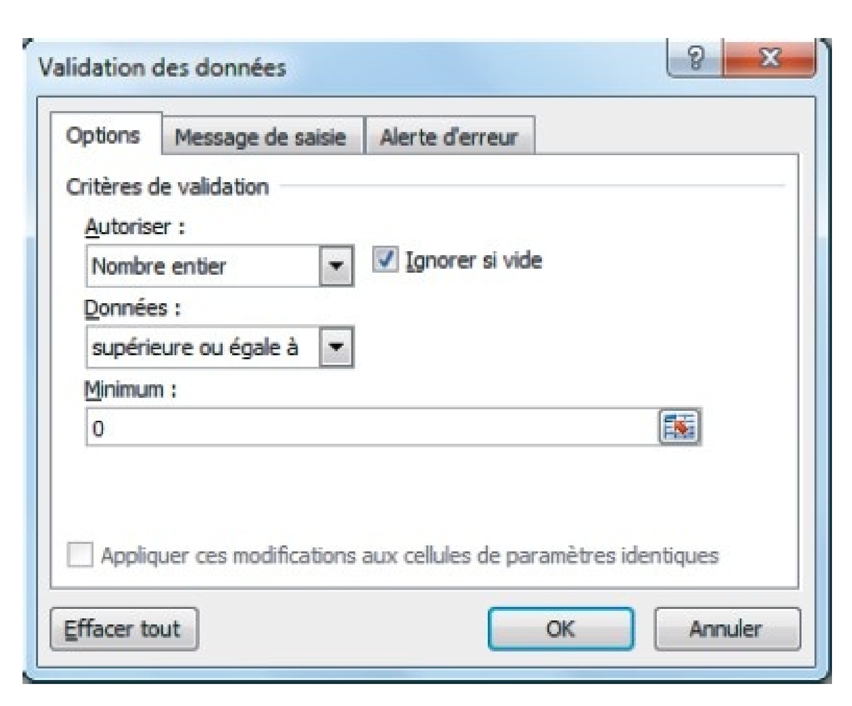


Figure 9–4 Paramétrage d'une cellule pour qu'elle n'accepte que des entiers strictement positifs.

Si l'utilisateur entre un entier positif, sa saisie est acceptée normalement dans la cellule. S'il entre un nombre négatif, décimal ou encore un texte, le message d'alerte standard d'Excel apparaît.

Deuxième filtre de saisie : n'accepter que les dates

Pour forcer la saisie d'une date dans une cellule, sélectionnez l'option *Date*. Si vous ne souhaitez pas introduire de contrainte sur la date elle-même, fixez une date de début très petite (le `1/1/1900` par exemple, puisqu'Excel ne sait pas gérer des dates antérieures). Dans le cas contraire, saisissez la fourchette correspondant à vos besoins.

1 Choisissez *Date* dans la liste *Autoriser*.

2 Sélectionnez *Supérieure ou égale à* dans la liste *Données*.

3 Saisissez `1/1/1900` dans la case *Date de début* et cliquez sur *OK*.

Troisième filtre de saisie : calibrer les textes

L'option *Longueur de texte* contraint la cellule à ne pas accepter les textes dépassant un certain nombre de caractères.

> **EN PRATIQUE À quoi peut servir l'option Longueur de texte ?**
>
> Si vous alimentez une base de données d'adresses avec Excel et envisagez l'impression d'étiquettes, il faut que chaque adresse tienne dans l'espace imparti. Pour éviter les décalages engendrés par des noms trop longs, n'hésitez pas à installer ces règles de calibrage en amont.

Pour limiter le contenu d'une cellule à 15 caractères :

1 Choisissez *Longueur du texte* dans la liste *Autoriser*.

2 Sélectionnez *Inférieure ou égale à* dans la liste *Données*.

3 Saisissez `15` dans la case *Maximum* et cliquez sur *OK*.

Quatrième filtre de saisie : définir des règles personnelles

Des règles peuvent concerner plusieurs cellules simultanément, par exemple faire en sorte que la somme de trois cellules ne dépasse jamais un certain seuil. Dans ce cas, il faut choisir la dernière option qui permet de construire sa propre formule.

Pour que la somme des trois cellules ne dépasse jamais 100, procédez ainsi :

1 Sélectionnez la plage de cellules *B2:B4*.

2 Choisissez *Personnalisé* dans la liste *Autoriser*.

3 Dans la case *Formule*, entrez : `=SOMME(`

4 Cliquez-glissez sur la plage *B2:B4* et pressez la touche *F4* (ou *FN+F4*) deux fois de suite pour la transformer en `B$2:B$4`.

5 Entrez `)<=100` et cliquez sur *OK*.

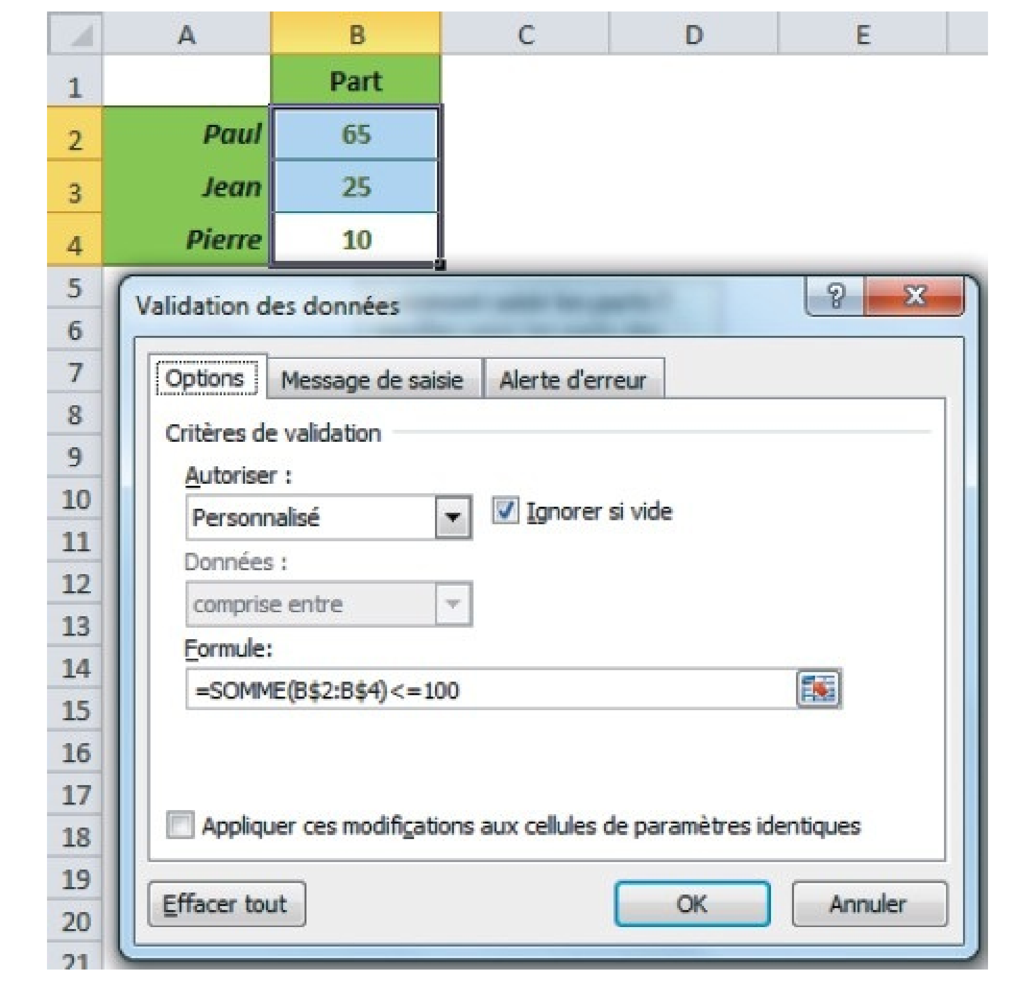


Figure 9–5 La somme des parts des trois associés Paul, Jean et Pierre ne doit jamais dépasser 100.

ATTENTION Références absolues

Si vous laissiez la référence `B2:B4` telle quelle, votre règle de validation ne fonctionnerait pas, car vous vous retrouveriez avec la formule `=SOMME(B3:B5)<=100` en *B3* et `=SOMME(B4:B6)<=100` en *B4*. C'est pour éviter cela qu'il faut transformer `B2:B4` en `B$2:B$4` (référence semi-relative, voir le chapitre 1).

Pour tester votre règle, saisissez dans l'ordre de votre choix trois valeurs dans les cellules *B2*, *B3* et *B4*. Tant que le total des trois cellules ne dépasse pas 100, Excel accepte votre saisie. Sinon, le message d'alerte standard apparaît.

En cas de saisie défectueuse, afficher des messages d'alerte personnalisés

Vous n'êtes pas condamné à laisser le message d'alerte standard d'Excel bloquer la saisie des utilisateurs maladroits. Vous pouvez le personnaliser.

1. Sélectionnez les cellules pour lesquelles vous souhaitez installer une règle ou pour lesquelles vous en avez déjà installé une.
2. Choisissez *Données>Outils de données>Validation des données>Validation des*

données.

3 Cliquez sur l'onglet *Alerte d'erreur*.

4 Entrez un titre et un message dans les cases *Titre* et *Message d'erreur* (par exemple, `Saisie des parts de chacun` pour le titre et `La somme de toutes les parts dépasse 100, veuillez modifier votre saisie` pour le message).

5 Sélectionnez un niveau d'alerte dans la liste *Style* et cliquez sur *OK*.

PARAMÈTRES Divers niveaux d'alerte

Suivant que vous choisissez *Arrêt*, *Avertissement* ou *Informations*, la règle que vous installez sera plus ou moins bloquante. Avec *Arrêt*, toute saisie hors norme est bloquée et l'utilisateur est dans l'impossibilité de la valider. Avec *Avertissement*, le message apparaît dans une boîte de dialogue, suivi de la question *Voulez-vous continuer ?* Si vous répondez *Oui*, la saisie incompatible avec la règle est acceptée. Avec *Informations*, votre message apparaît tel que vous l'avez saisi, sans ajout particulier. Si vous cliquez sur *OK*, votre valeur incompatible est acceptée.

Créer des invites de saisie sur la feuille de calcul

Vous pouvez davantage guider l'utilisateur en l'invitant à saisir des valeurs correctes afin d'anticiper les erreurs possibles.

1 Sélectionnez les cellules pour lesquelles vous souhaitez installer une règle ou pour lesquelles vous en avez déjà installé une.

2 Choisissez *Données>Outils de données>Validation des données>Validation des données*.

3 Cliquez sur l'onglet *Message de saisie*.

4 Entrez un titre et un message dans les cases *Titre* et *Message de saisie* et cliquez sur *OK*.

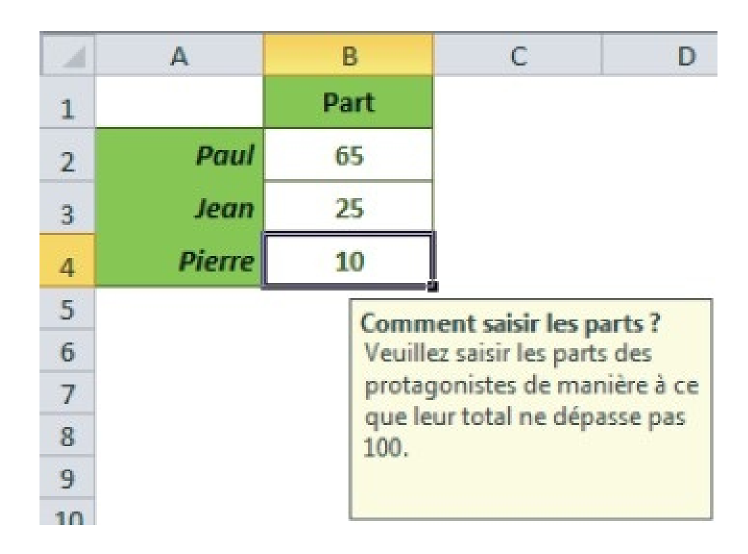


Figure 9–6 Message d'invite qui apparaît dès que l'une des trois cellules B2, B3 ou B4 est sélectionnée.

ASTUCE Déconnecter momentanément le message

Si vous souhaitez que le message d'invite disparaisse momentanément, décochez la case *Quand la cellule est sélectionnée*.

ASTUCE Messages déconnectés des règles

Il est tout à fait possible d'installer un message d'invite sans établir de règle de validation.

Installer des protections sur le classeur

Vous aurez beau installer des règles de saisie, tant que vous n'aurez pas protégé votre classeur, vous ne serez pas à l'abri des mauvaises manœuvres des utilisateurs. Plusieurs types de protections sont à votre disposition. Vous pouvez tout d'abord empêcher quiconque d'ouvrir votre classeur. Si un utilisateur connaît le mot de passe qui lui permet de passer cette première étape, vous pouvez lui interdire d'écrire dans les cellules verrouillées. Enfin, la protection de la structure du classeur l'empêchera d'ajouter, de supprimer ou de déplacer ses feuilles. Vous disposez également de quelques variantes supplémentaires, comme l'association de plages et d'utilisateurs, que nous aborderons à la fin de cette section.

Protéger un classeur à l'ouverture

À l'aide d'un mot de passe, l'ouverture d'un classeur est restreinte à des utilisateurs autorisés.

SÉCURITÉ Administrateur réseau

Attention, mettre un mot de passe à l'ouverture ne protège pas votre classeur de la destruction. Un classeur situé sur un serveur partagé peut être supprimé et remplacé. Il faut donc le ranger dans un répertoire protégé contre la suppression de fichiers et sauvegarder régulièrement.

Installer la protection du classeur à l'ouverture

1. Activez le classeur à protéger.
2. Sélectionnez *Fichier>Enregistrer sous*. Si vous travaillez sous Excel 2013, il faut double-cliquer sur *Ordinateur*.
3. En bas de la boîte de dialogue, déroulez le menu *Outils* et choisissez *Options générales*.
4. Saisissez un mot de passe dans la case *Mot de passe pour la lecture* et cliquez sur *OK*.
5. Saisissez le mot de passe une nouvelle fois et cliquez sur *OK*.

6 Cliquez sur le bouton *Enregistrer*.

> **EN PRATIQUE Ouvrir un classeur protégé**
>
> Votre classeur est maintenant protégé contre l'accès non autorisé. Si vous le refermez et l'ouvrez à nouveau, vous devez saisir le mot de passe.

Supprimer la protection du classeur à l'ouverture

Si, par la suite, vous voulez supprimer cette protection, vous devez passer à nouveau par la commande *Enregistrer sous*.

1 Sélectionnez *Fichier>Enregistrer sous*. Si vous travaillez sous Excel 2013, il faut double-cliquer sur *Ordinateur*.

2 En bas de la boîte de dialogue, déroulez le menu *Outils* puis choisissez *Options générales*.

3 Dans la case *Mot de passe pour la lecture*, effacez le mot de passe qui apparaît sous forme masquée et cliquez sur *OK*.

4 Cliquez sur le bouton *Enregistrer*.

Le classeur n'est plus protégé à l'ouverture.

> **EN PRATIQUE Un autre accès à la commande**
>
> Si vous déroulez le bouton *Fichier>Informations>Autorisations>Protéger le classeur* (Excel 2010) ou le bouton *Fichier>Informations>Protéger le classeur* (Excel 2013), vous avez accès à la même commande en sélectionnant *Chiffrer avec mot de passe*.

Protéger une feuille à l'écriture

Avec le mot de passe à l'ouverture, vous filtrez l'accès au classeur, mais vous ne protégez pas les feuilles. Si vous ne prenez pas d'autres précautions, l'utilisateur capable d'ouvrir le fichier pourra le modifier intégralement. Si vous mettez un classeur à la disposition d'autres utilisateurs, c'est dans la perspective qu'ils puissent modifier certaines cellules sans intervenir sur d'autres et, en particulier, sans détruire les centaines de formules que vous avez élaborées dans la douleur ! Dans ce cas, il est intéressant d'installer une protection à l'écriture.

> **MÉTHODE Une protection en deux temps**
>
> Une protection à l'écriture s'installe en deux temps. Il faut d'abord déverrouiller les cellules modifiables par les utilisateurs et, seulement après, protéger l'ensemble de la feuille. Vous ne pouvez pas protéger d'un coup toutes les feuilles de votre classeur. Pour y parvenir, il faut procéder feuille après feuille. C'est pour ce genre d'action répétitive qu'il est intéressant d'écrire des macros (voir

le chapitre 11).

Déverrouiller les cellules de la feuille à protéger

Par défaut, toutes les cellules d'une feuille sont verrouillées, mais vous ne pouvez pas vous en apercevoir tant que la feuille n'est pas protégée. Pour protéger une feuille, vous avez deux options :

- soit vous déverrouillez les cellules modifiables par l'utilisateur ;
- soit vous déverrouillez toutes les cellules et ne verrouillez que celles dont vous voulez interdire l'accès.

Protéger la feuille de calcul

1 Sélectionnez les cellules à déverrouiller (vous pouvez faire une sélection multiple en utilisant la touche *Ctrl*).

2 Déroulez le bouton *Accueil>Cellules>Format* et choisissez *Verrouiller la cellule* (l'icône qui précède la commande doit apparaître désactivée).

3 Sélectionnez *Révision>Modifications>Protéger la feuille* (cette boîte de dialogue protège une feuille à l'écriture, les diverses cases d'options proposées permettant d'assouplir cette protection).

4 Entrez un mot de passe, laissez les deux premières cases cochées et cliquez sur *OK*.

ASTUCE Une navigation efficace

Lorsqu'une feuille est protégée et que certaines cellules ont été préalablement déverrouillées, la touche *Tabulation* limite la navigation à ces cellules.

L'accès à la commande de verrouillage ou déverrouillage des cellules peut se faire de plusieurs façons. Hormis le bouton *Accueil>Cellules>Format*, vous pouvez aussi y accéder par la boîte de dialogue *Format de Cellule* en utilisant l'un des lanceurs des groupes *Police*, *Alignement* ou *Nombre* de l'onglet *Accueil*. Une fois dans la boîte de dialogue, cliquez sur l'onglet *Protection.* Dans cet onglet, vous trouvez également la case *Masquée* qui évite que le contenu d'une cellule n'apparaisse dans la barre de formule (consultez le chapitre 2).

ASTUCE Ne protéger que les cellules contenant des formules

1. Cliquez dans la case de sélection de toute la feuille (à l'intersection des têtes de lignes et des têtes de colonnes).
2. Déroulez le bouton *Accueil>Cellules>Format* et choisissez *Verrouiller la cellule* (l'icône qui précède la commande doit apparaître désactivée).
3. Pressez la touche *F5* ou *FN+F5* et cliquez sur le bouton *Cellules*.

4. Sélectionnez *Formules* et cliquez sur *OK*.
5. Sans modifier la sélection, déroulez le bouton *Accueil>Cellules>Format* et choisissez *Verrouiller la cellule* (l'icône qui précède la commande doit apparaître activée).
6. Sélectionnez *Révision>Modifications>Protéger la feuille*.
7. Entrez un mot de passe, laissez les deux premières cases cochées et cliquez sur *OK*.

ATTENTION Mot de passe

Lorsque vous entrez votre mot de passe, portez une attention particulière à votre saisie. En effet, Excel différencie les majuscules des minuscules. Aussi, vérifiez tout particulièrement l'état de la touche *Verrouillage majuscule* avant de faire votre saisie.

Ôter la protection de la feuille de calcul

1 Sélectionnez *Révision>Modifications>Ôter la protection de la feuille*.

2 Entrez le mot de passe et cliquez sur *OK*.

EN PRATIQUE Affiner la protection

Dans la procédure de protection décrite ici, nous avons respecté les choix par défaut d'Excel en laissant les deux premières cases cochées sans nous occuper des autres. En ne cochant que ces deux options, vous empêchez tout type de modification, hormis la saisie dans les cellules déverrouillées. Après la protection, vous ne pourrez plus ni modifier le format des cellules (même celui des cellules déverrouillées), ni supprimer de lignes ni insérer des colonnes, et ainsi de suite. Cocher les autres cases assouplit la protection mise en place.
En cochant les cinq premières cases de la boîte de dialogue *Protéger la feuille*, l'utilisateur pourra :
• saisir dans les cellules déverrouillées ;
• modifier le format de toutes les cellules (qu'elles soient déverrouillées ou pas) ;
• modifier le format des lignes et des colonnes.
Cette fenêtre propose d'autres options qui étendent encore davantage le champ d'action des utilisateurs après la protection de la feuille. En résumé, on peut dire que, dans la boîte de dialogue *Protéger la feuille*, toutes les options non cochées sont interdites.

EN PRATIQUE Un autre accès à la commande

Si vous déroulez le bouton *Fichier>Informations>Autorisations>Protéger le classeur* (Excel 2010) ou *Fichier>Informations>Protéger le classeur* (Excel 2013), vous avez accès à la même commande en sélectionnant *Protéger la feuille active*.

Protéger la structure et les fenêtres d'un classeur

Excel offre un mécanisme de sécurité supplémentaire : la protection de la fenêtre et de la structure du classeur (*Révision>Modifications>Protéger le classeur*). En protégeant la fenêtre du classeur, elle ne peut plus être déplacée ou redimensionnée. En protégeant la

structure du classeur, vous ne pouvez plus intervenir sur ses feuilles (nom, emplacement, nombre), ni modifier leurs paramètres d'affichage (feuilles masquées ou affichées, etc.).

Protéger la fenêtre du classeur

Vous pouvez protéger la dimension et l'emplacement précis de la fenêtre d'un classeur à l'aide d'un mot de passe.

1 Cliquez sur le bouton *Restaurer la fenêtre*, ou *Niveau inf.* situé dans le coin supérieur droit de l'écran.

2 Sous Excel 2010, la fenêtre du classeur se désolidarise de celle de l'application. Sous Excel 2013, c'est la fenêtre de l'application qui se réduit. Approchez la souris de ses bords et, lorsque le curseur prend l'aspect d'une double-flèche, cliquez-glissez pour lui attribuer sa dimension idéale.

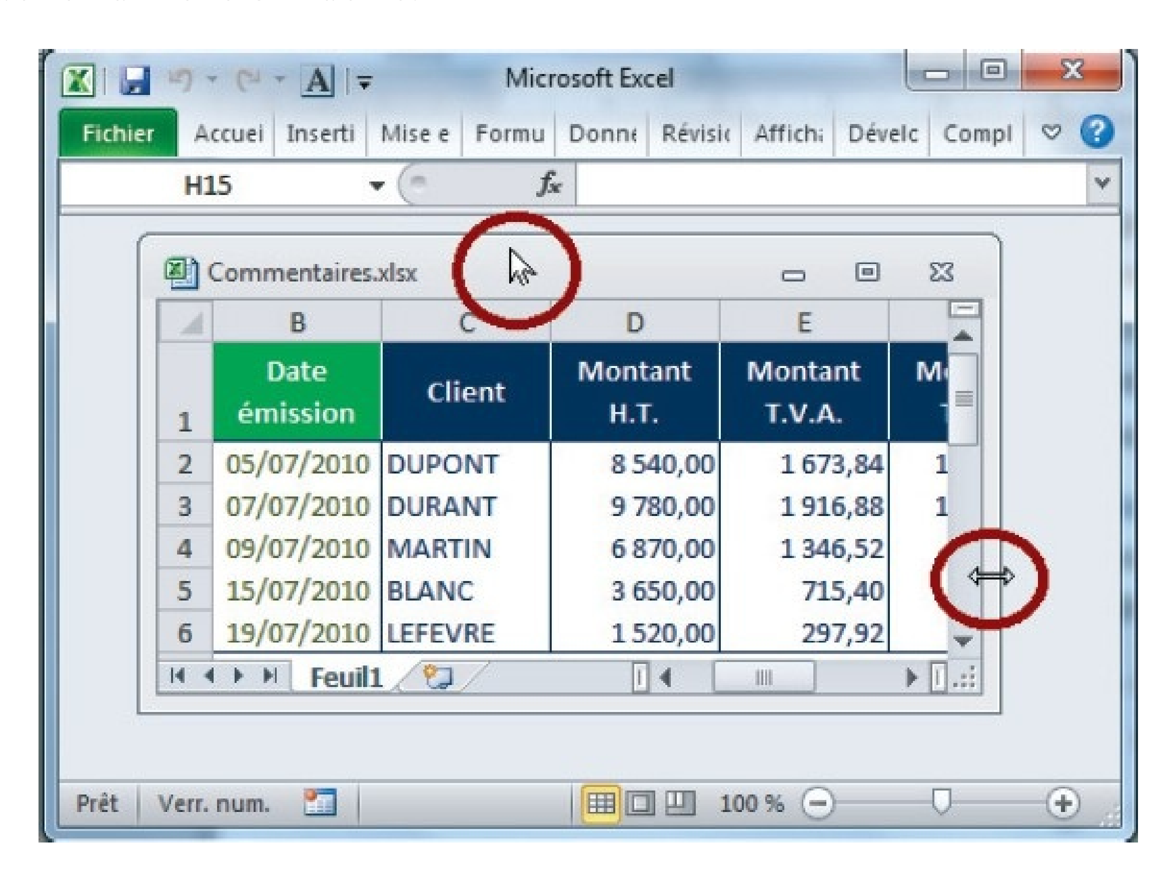


Figure 9–7 Les deux aspects que doit prendre le curseur pour que vous puissiez redimensionner la fenêtre (double-flèche) ou la déplacer (flèche dans la barre de titre).

3 Approchez la souris de sa barre de titre et, lorsque le curseur a la forme d'une flèche, cliquez-glissez pour déplacer la fenêtre et la placer à l'emplacement idoine.

4 Cliquez sur *Révision>Modifications>Protéger le classeur* et, dans la boîte de dialogue, cochez la case *Fenêtres*, entrez un mot de passe et cliquez sur *OK*.

5 Tapez le mot de passe une nouvelle fois et cliquez sur *OK*. Vous constaterez que toute tentative pour déplacer ou déformer la fenêtre est vouée à l'échec.

6 La croix de fermeture ayant disparu de la barre de titre, vous pouvez presser

simultanément les touches *Ctrl+F4* (ou *FN+Ctrl+F4*) pour fermer le classeur.

7 Choisissez le bouton *Enregistrer* dans la boîte d'alerte qui apparaît.

À l'occasion de sa prochaine ouverture, le classeur apparaîtra exactement dans les dimensions et l'emplacement que vous lui aviez attribués à l'issue de sa protection.

Protéger la structure du classeur

La même boîte de dialogue sert à protéger la structure du classeur, c'est-à-dire le nombre de ses feuilles ainsi que leur nom, leur emplacement et leurs paramètres d'affichage.

1 Si vous souhaitez masquer des feuilles pour en soustraire le contenu au regard des utilisateurs, commencez par réaliser ces masquages (*Accueil>Cellules>Format>Masquer & afficher>Masquer la feuille*).

2 Cliquez sur *Révision>Modifications>Protéger le classeur*.

3 Cochez la case *Structure*, saisissez un mot de passe et cliquez sur *OK*.

4 Entrez le mot de passe une nouvelle fois et cliquez sur *OK*.

Vous ne pouvez plus modifier le nom ni l'emplacement des feuilles. Vous ne pouvez plus afficher les feuilles masquées. Vous ne pouvez plus ni ajouter ni supprimer une feuille.

Supprimer la protection du classeur

Pour supprimer la protection du classeur :

1 Choisissez *Révision>Modifications>Protéger le classeur*.

2 Entrez le mot de passe dans la boîte d'alerte.

> **EN PRATIQUE Un autre accès à la commande**
>
> Si vous déroulez le bouton *Fichier>Informations>Autorisations>Protéger le classeur* (Excel 2010) ou *Fichier>Informations>Protéger le classeur* (Excel 2013), vous accédez à la même commande en sélectionnant *Protéger la structure du classeur*.

Individualiser la protection d'une feuille de calcul en fonction des utilisateurs

Si vous mettez votre classeur à la disposition de plusieurs utilisateurs en attendant de chacun d'eux une participation spécifique, vous pouvez programmer des protections différentes selon les plages. Imaginons que vous mettiez en place un tableau de suivi budgétaire. Vous demandez aux responsables des quatre départements de votre entreprise d'y saisir les valeurs mensuelles qui les concernent. Pour être certain que chacun n'interviendra que dans la plage de données correspondant à son département, vous protégez votre feuille en donnant pour les quatre plages, quatre mots de passe différents.

	A	B	C	D	E	F
1		2010	Dép. 1	Dép. 2	Dép. 3	Dép. 4
2		Budget	Paul	Pierre	Anne	Jean
3		*Janvier*	9 000	11 000	14 000	14 000
4		*Février*	10 000	13 000	17 000	21 000
5		*Mars*	11 000	16 000	16 000	17 000
6		*Avril*	12 000	14 000	16 000	17 000
7		*Mai*	15 000	18 000	23 000	27 000
8		*Juin*	12 000	15 000	17 000	20 000
9		*Juillet*	8 000	9 000	9 000	9 000
10		*Août*	8 000	12 000	13 000	13 000
11		*Septembre*	10 000	12 000	15 000	15 000
12		*Octobre*	16 000	18 000	20 000	22 000
13		*Novembre*	12 000	15 000	20 000	21 000
14		*Décembre*	11 000	14 000	15 000	15 000
16		Réalisé	Paul	Pierre	Anne	Jean
17		*Janvier*	14 345	10 522	16 904	17 385
18		*Février*	15 571	10 488	14 322	15 081
19		*Mars*	17 536	14 839	14 900	17 334
20		*Avril*	19 243	9 076	19 768	17 033
21		*Mai*	11 300	10 382	17 354	19 500
22		*Juin*	17 193	19 404	17 549	15 272
23		*Juillet*	13 299	9 249	11 583	14 553
24		*Août*				
25		*Septembre*				
26		*Octobre*				
27		*Novembre*				
28		*Décembre*				
29		Écart	Paul	Pierre	Anne	Jean

Figure 9–8 Suivi budgétaire sur lequel vous allez mettre en place la quadruple protection.

Mettre en place les protections adaptées aux divers utilisateurs

Le tableau sur lequel doivent intervenir les quatre responsables de départements est présenté figure 9-8.

1. La feuille supportant le tableau concerné par les autorisations nominatives étant active, cliquez sur *Révision>Modifications>Permettre la modification des plages*.
2. Cliquez sur *Nouvelle* et, dans la boîte de dialogue, saisissez le titre `Dep1`.
3. Cliquez dans la case *Fait référence aux cellules* et, en arrière-plan, cliquez-glissez sur la plage `C3:C14`.
4. Pressez la touche *Ctrl* et cliquez-glissez sur la plage `C17:C28`.
5. Cliquez dans la case *Mot de passe de la plage*, saisissez le mot de passe destiné au `département 1` et cliquez sur *OK*.
6. Entrez une nouvelle fois le mot de passe dans la boîte de dialogue qui apparaît et cliquez sur *OK*.
7. Cliquez une nouvelle fois sur *Nouvelle* (comme à l'étape 2) et suivez les étapes 3 à 6 pour le `département 2` avec les plages `D3:D14` et `D17:D28`.

Figure 9–9 Boîte de dialogue qui apparaît lorsque vous choisissez la commande Permettre la modification des plages. Ici, trois plages ont déjà été définies.

8 Procédez de même pour les `départements 3` et `4` avec les plages `E3:E14;E17:E28` et `F3:F14;F17:F28`.

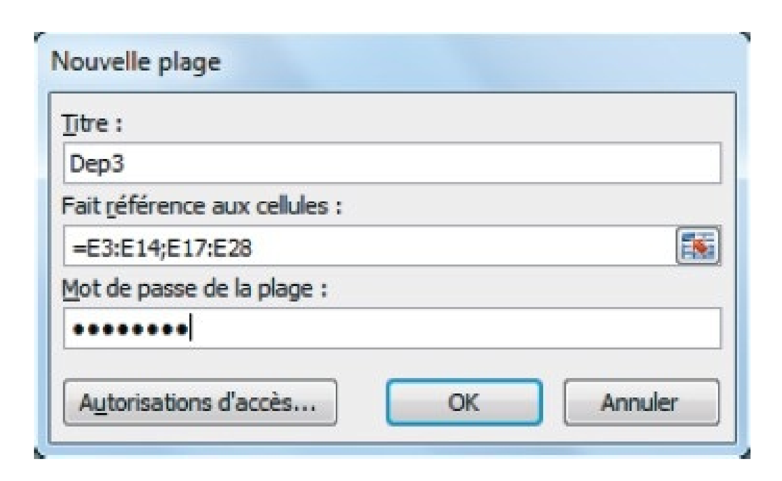


Figure 9–10 Boîte de dialogue qui définit une protection. Ici, on associe le nom Dep3 et un mot de passe à la plage E3:E14;E17:E28.

9 Cliquez sur *Protéger la feuille*. Cochez les cases correspondant à la protection à mettre en place, entrez un mot de passe et cliquez sur *OK*.

10 Entrez une nouvelle fois le mot de passe et cliquez sur *OK*. Enregistrez votre fichier et placez-le sur un serveur accessible aux quatre départements. Confiez le premier mot de passe au responsable du `département 1`, le deuxième au responsable du `département 2` et ainsi de suite.

Intervention d'un utilisateur autorisé sur la feuille protégée

Si vous êtes le responsable du `département 1`, vous pouvez ouvrir le classeur à partir du serveur.

1 Cliquez dans l'une des cellules de la plage `C3:C14;C17:C28`.

2 Dans la boîte d'alerte qui apparaît, entrez le mot de passe qui vous a été confié par l'auteur du document et cliquez sur *OK*.

3 Vous êtes maintenant totalement libre de modifier les autres cellules de la plage.

4 Si vous tentez une modification sur l'une des cellules de la plage `D3:F14;D17:F28`, la même boîte d'alerte apparaîtra, mais comme vous n'êtes pas censé connaître les trois autres mots de passe, vous ne pourrez pas aller plus loin dans votre tentative de modification.

5 Si vous tentez une modification sur toute autre cellule de la feuille (hormis les plages citées plus haut), c'est le message d'alerte habituel qui apparaîtra, vous indiquant que la feuille est protégée et que si vous ne connaissez pas le mot de passe, vous êtes dans l'impossibilité de poursuivre votre action. Il s'agit bien sûr ici du mot de passe saisi à l'étape 9 de la section précédente.

EN PRATIQUE Activation de la protection

Tant que vous n'aurez pas refermé votre fichier, Excel ne vous demandera plus votre mot de passe. Dès que vous refermez le fichier, la protection s'active à nouveau. Lorsque vous l'ouvrez pour tenter une autre modification, il faut que vous saisissiez à nouveau votre mot de passe et vous voici reparti pour une nouvelle session de travail sans interruption.

ATTENTION Incompatibilité avec un classeur partagé

Vous ne pouvez pas mettre en place simultanément un classeur partagé et une protection des plages. Si vous enregistrez un tel classeur sur un serveur, les utilisateurs devront l'ouvrir l'un après l'autre. Ils ne pourront pas travailler dessus simultanément.

Signer un document électronique

Si, avant d'envoyer votre document, vous avez besoin de l'authentifier, Excel vous propose de lui associer une signature numérique. En acceptant cela, vous faites deux choses :

- Vous insérez une ligne de signature (image pouvant revêtir l'aspect de votre signature manuscrite et apparaissant sur votre document). Cette facette de la commande est décrite dans la section « Mise en œuvre ».
- Vous apposez votre signature électronique, dont la signification « théorique » est « la personne que vous avez identifiée est bien celle qui a mis la dernière main au document que vous avez sous les yeux. Ce dernier n'a pas été modifié depuis ». Cette autre facette de la commande est décrite dans la section « De la théorie à la pratique ».

COMPRENDRE Qu'est-ce qu'une signature numérique ?

Par analogie avec la signature manuscrite d'un document papier, la signature numérique est un mécanisme authentifiant l'auteur d'un document électronique et garantissant son intégrité. Un mécanisme de signature numérique doit présenter les propriétés suivantes :

- Il doit permettre au lecteur d'un document d'identifier la personne ou l'organisme qui a apposé sa signature.
- Il doit garantir que le document n'a pas été altéré entre l'instant où l'auteur l'a signé et le moment où le lecteur le consulte.

Pour cela, les conditions suivantes doivent être réunies :

- L'identité du signataire doit pouvoir être retrouvée de manière certaine.
- La signature ne peut pas être falsifiée. Quelqu'un ne peut se faire passer pour un autre.
- La signature n'est pas réutilisable. Elle fait partie du document signé et ne peut être déplacée sur un autre document.
- Un document signé est inaltérable. Une fois qu'il est signé, on ne peut plus le modifier.
- La personne qui l'a signé ne peut nier en être l'auteur.

La signature électronique se différencie de la signature manuscrite par le fait qu'elle est une valeur numérique. Son élaboration fait appel aux certificats électroniques. Ceux-ci sont établis par des autorités de certification (CA), qui garantissent l'authenticité du certificat et qui certifient l'exactitude des informations qu'il contient. Ces certificats qualifiés garantissent l'identité de leur détenteur ; ils peuvent être vus comme une carte d'identité numérique. Les certificats servent à signer des informations (certificats de signature) ou à chiffrer des informations (certificats de chiffrement). Ils sont en outre utilisés dans les procédures d'authentification forte.

Installer la signature électronique

1 Déroulez le bouton *Insertion>Texte>Ligne de signature* et choisissez *Ligne de signature Microsoft Office*.

2 Une boîte d'alerte apparaît. Cliquez sur *OK*.

3 La boîte de dialogue *Configuration de signature* s'affiche. Remplissez-la et cliquez sur *OK*.

4 La signature (image) apparaît sur votre feuille de calcul. Cliquez droit dessus et sélectionnez *Signer*.

5 Une boîte d'alerte s'affiche. Si vous n'avez pas encore mis en place de certificat, cliquez sur *Services de signature d'Office Marketplace* et suivez la procédure d'installation (voir les sections suivantes). Sinon, cliquez sur *OK*.

6 Dans la boîte de dialogue *Signature*, cliquez sur *Sélectionner une image* et parcourez les répertoires pour trouver celle de votre signature. Sélectionnez-la et cliquez sur *Sélectionner*.

7 Vous revenez à la boîte de dialogue initiale. Cliquez sur *Modifier* pour confirmer ou modifier le certificat sélectionné et cliquez sur *OK*.

8 Pour mettre en place la protection, cliquez sur *Signer*.

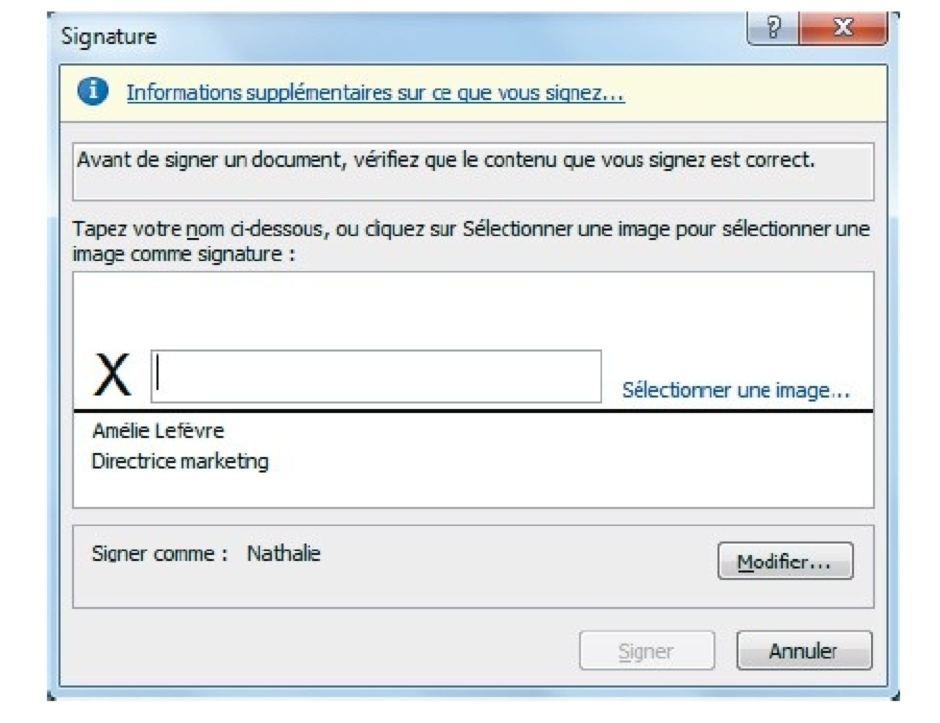


Figure 9–11 La boîte de dialogue Signature vous permet d'associer le scan de votre signature à l'image originale.

EN PRATIQUE Un autre accès à la commande

Si vous déroulez le bouton *Fichier>Informations>Autorisations>Protéger le classeur* (Excel 2010) ou *Fichier>Informations>Protéger le classeur* (Excel 2013), vous avez accès à la même commande en sélectionnant *Ajouter une signature numérique*.

Signature électronique : de la théorie à la pratique

Office Marketplace propose plusieurs fournisseurs de services de signature numérique. Il s'agit d'un accès privilégié à des outils externes spécialisés dans la gestion des identités numériques, la signature électronique et la protection des contenus. Un portail de présentation de ces outils se trouve au bout du chemin suivant : http://office.microsoft.com/fr-fr/marketplace/identificateur-numerique-HA001050484.aspx).

Basés sur des techniques sophistiquées de cryptographie, ces utilitaires payants font massivement appel aux certificats électroniques et visent, pour certains, à délivrer une sécurité conférant au document un caractère d'opposabilité.

office.microsoft.com/fr-fr/marketplace/identificateur-numerique-HA001050484.aspx

Office

ACCUEIL MON OFFICE PRODUITS SUPPORT IMAGES MODÈLES STORE

Rechercher sur tout le site Office.com

Identificateur numérique

Les identificateurs numériques permettent de valider votre identité. Ils peuvent être utilisés pour signer électroniquement les documents importants. Pour rechercher les services qui fournissent des identificateurs numériques que vous pouvez utiliser, ou les services qui complètent Office et utilisent des identificateurs numériques, consultez les services répertoriés ici.

ARX CoSign® Digital Signatures Pour en savoir plus, télécharger une version d'évaluation gratuite et commencer à signer numériquement vos documents, visitez le site web d'ARX.

Avoco secure2trust Pour en savoir plus et acheter secure2trust, visitez le site web d'Avoco.

ChosenSecurity ® Digital ID Pour en savoir plus, visitez le site web de ChosenSecurity.

Comodo Pour en savoir plus et télécharger le certificat de courrier électronique gratuit, visitez le site web de Comodo.

GlobalSign Pour en savoir plus sur les signatures numériques de GlobalSign, visitez le site web de GlobalSign.

My Credential™ de GeoTrust, Inc. Pour en savoir plus, visitez le site web de GeoTrust.

VeriSign Pour en savoir plus sur les identificateurs numériques, visitez le site web de VeriSign.

S'applique à :
Access 2013, Excel 2013, OneNote 2013, Outlook 2013, PowerPoint 2013, Project Professionnel 2013, Project Standard 2013, Publisher 2013, Visio 2013, Visio Professionnel 2013, Word 2013, Access 2010, Excel 2010, OneNote 2010, Outlook 2010, PowerPoint 2010, Project 2010, Publisher 2010, Visio 2010, Word 2010, Access 2007, Excel 2007, OneNote 2007, Outlook 2007, PowerPoint 2007, Project 2007, Publisher 2007, Visio 2007, Word 2007

Figure 9–12 Sélection Microsoft des fournisseurs de services de signature numérique compatibles avec les produits d'Office 2013, 2010 et 2007.

L'AVIS DE L'EXPERT Fiabilité d'une signature électronique

Avant de vous lancer dans l'utilisation de mécanismes de sécurité prétendus forts, il convient de rester prudent. Selon le décret n° 2001-272 du 30 mars 2001 (consultable sur le site Legifrance, http://www.legifrance.gouv.fr), une signature électronique recevable en justice doit avoir été élaborée par des moyens sécurisés. En pratique, un certificat électronique de signature doit être réputé qualifié, être délivré en face-à-face et être inscrit sur un dispositif matériel certifié, protégé par un code d'accès (clé USB, carte à puce). En outre, le dispositif de création de la signature électronique doit lui-même avoir fait l'objet d'une certification. En France, l'ANSSI (Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information, http://www.ssi.gouv.fr), répertorie l'ensemble des produits certifiés.

Les procédures courantes mises en œuvre dans l'élaboration des signatures électroniques se situent généralement très loin de ce cadre législatif et technique. Les certificats sont délivrés en ligne sur Internet à partir d'autorités de certification non référencées, le stockage du certificat a lieu sur un ordinateur par essence non fiable et les procédures d'élaboration de la signature reposent sur des modules logiciels non certifiés. Ainsi, les procédés mis en œuvre ne garantissent pas la fiabilité de l'identité du signataire et, à ce titre, confèrent à la signature une valeur juridique faible.

L'expérience actuelle montre que l'usage des certificats électroniques est souvent trop complexe. L'utilisateur qui ne maîtrise pas parfaitement la langue de Shakespeare se heurte d'abord à la barrière linguistique. En effet, les sites, tutoriels, démonstrations vidéo

et procédures d'installation relatifs aux produits mentionnés sont à peu près tous proposés en anglais. Si, dans un deuxième temps, il comprend et applique les instructions à la lettre, il peut souvent se retrouver en situation d'échec pendant la seule phase de génération du certificat. De temps en temps, ces échecs sont de son fait, lorsque jugeant une procédure trop longue ou trop lourde, il l'interrompt prématurément, mais parfois, c'est le processus de génération lui-même qui s'interrompt inopinément. L'utilisateur se retrouve alors confronté à une accumulation de messages énigmatiques qui le laissent pantois (voir la figure 9-13).

Parmi les utilisateurs chanceux qui ont réussi à se faire établir un certificat, peu savent où se trouve le magasin de certificats. Ils sont encore moins nombreux à prendre le soin de l'exporter, ne serait-ce que pour des questions de sauvegarde. Et même pour ceux qui auraient pris cette initiative, il faut que parmi les formats `.der`, `.cer`, `.crt`, `.cert`, `.pfx` et `.p12`, ils sachent choisir le bon ! La vie d'un certificat n'est pas enviable. À la suite d'un changement de navigateur, d'une réinstallation du système d'exploitation ou d'un remplacement de machine, beaucoup finissent par disparaître avec le temps, dans la plus grande ignorance de leur propriétaire. Lorsque ces derniers oublient leur mot de passe (ce qui est courant), ils deviennent inaccessibles. C'est alors la catastrophe, car tous les documents sécurisés à l'aide d'un certificat perdu deviennent inutilisables !

Dans un tel contexte, comment espérer que l'utilisateur, déjà embarrassé par des notions barbares comme « clé publique », « clé privée » ou « SHA-1 » veille en plus au maintien de la sécurité de cet objet sensible ? Dans les entreprises, il n'est pas rare de trouver des ordinateurs banalisés ou recyclés, truffés de certificats appartenant à plusieurs utilisateurs et protégés par des mots de passe que l'on peut deviner facilement. Que dire de la valeur probante d'un système de sécurité dans lequel les identités pullulent et se promènent un peu partout, à l'insu des personnes qu'elles identifient ?

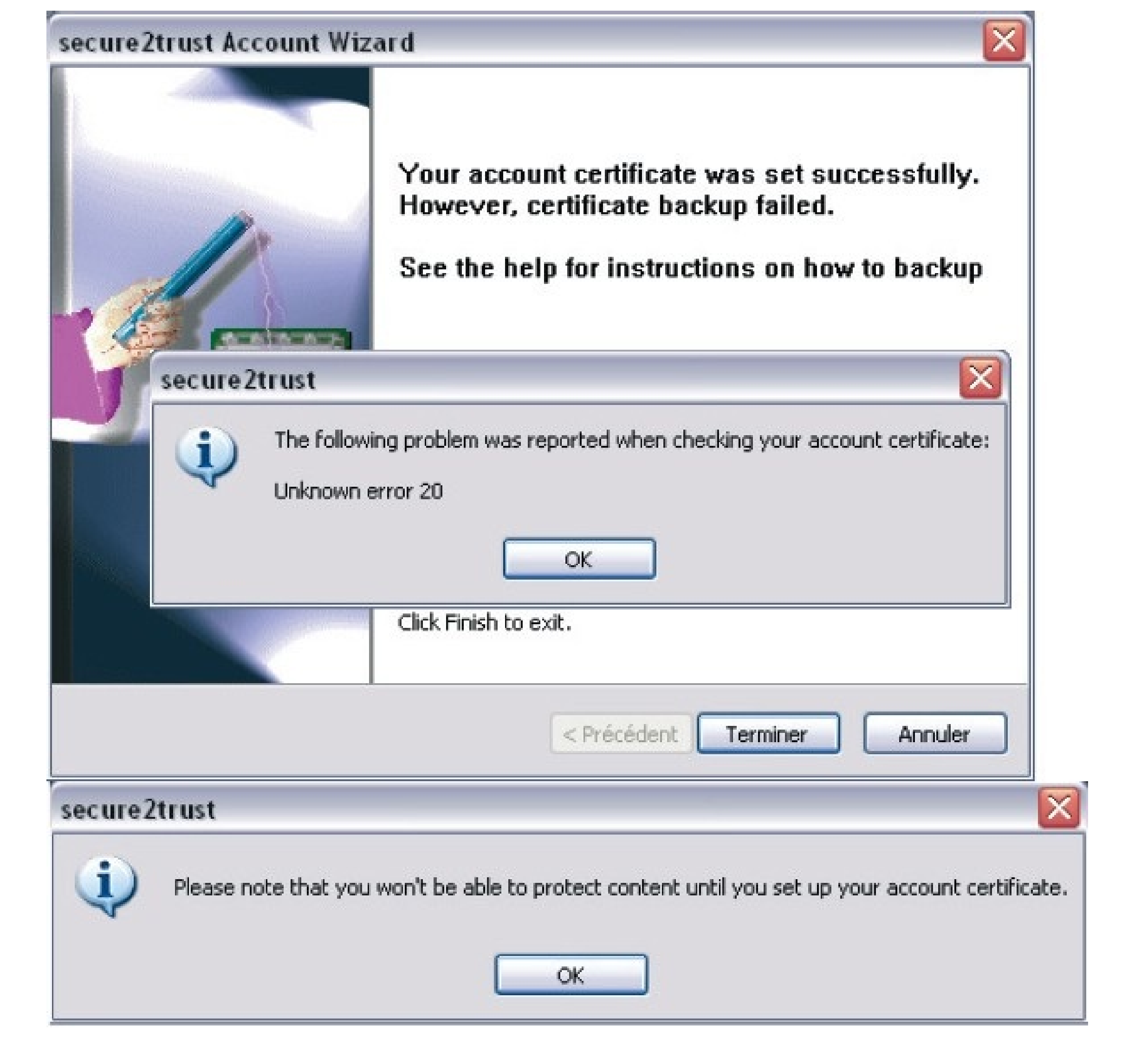


Figure 9–13 Certaines maladresses inévitables lors des processus d'installation trop complexes déclenchent des rafales de messages d'erreur susceptibles de décourager les plus intrépides.

GARDER LES PIEDS SUR TERRE L'adéquation au besoin réel

Depuis d'Antiquité, les échanges commerciaux ont toujours reposé sur la confiance. Au temps des Pharaons, des Doges ou à l'époque actuelle de la dématérialisation généralisée des documents contractuels, les affaires se concluent, et continueront toujours à se conclure, par une simple poignée de mains. Prenons garde ! La technologie offre aujourd'hui des solutions techniques innovantes, puissantes, riches et diversifiées… pour répondre à des besoins qui n'en sont pas.

En conclusion, à moins d'être sur un secteur où la protection des documents électroniques est explicitement requise (sociétés d'édition pour la gestion des droits d'auteur, domaine de la défense pour apposer des marques inamovibles de classification, etc.) et à condition de disposer dans l'entreprise d'un service compétent et dédié à la gestion des certificats, avoir recours à des fonctions de sécurité s'appuyant sur la cryptographie et l'usage des identités numériques n'est pas indispensable.

Soigner le format d'enregistrement du classeur

Si vous devez transmettre un classeur à un utilisateur ne possédant pas Excel 2010 ou Excel 2013, c'est au moment de l'enregistrement qu'il faudra faire le choix du bon format.

1 Choisissez *Fichier>Enregistrer sous*.

2 Sous Excel 2010, dans la partie gauche de la boîte de dialogue, sélectionnez le répertoire dans lequel vous souhaitez enregistrer le fichier. Sous Excel 2013, vous devez d'abord sélectionner l'endroit où vous souhaitez enregistrer votre fichier : soit l'ordinateur (cliquez sur *Ordinateur*), soit le cloud (cliquez sur *SkyDrive*).

3 Entrez le nom du fichier dans la case *Nom de fichier*.

4 Déroulez la liste *Type* pour choisir le bon format d'enregistrement (voir les trois sections suivantes). Excel 2010 offre 27 formats d'enregistrement et Excel 2013 en offre 28 (voir l'aparté).

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Un nouveau format d'enregistrement

Dans la liste des formats d'enregistrement, vous trouverez un petit nouveau : *Feuille de calcul Open XML Strict (*.xlsx)*. Ce format lit et écrit des dates ISO 8601 pour répondre à un problème d'année bissextile lié à l'année 1900.

5 Cliquez sur *Enregistrer*.

Lire un classeur

Si l'utilisateur auquel vous destinez votre classeur doit simplement pouvoir le lire ou l'imprimer, enregistrez-le sous le format *PDF (*.pdf)*. Par défaut, Excel ne publie que la feuille sélectionnée. Si vous voulez enregistrer tout votre classeur, cliquez sur le bouton *Options* et sélectionnez *Classeur entier*, avant de cliquer sur *Enregistrer*. Ce format est universel et peut être lu à partir de divers utilitaires téléchargeables gratuitement sur Internet (Adobe Reader, etc.).

Pour donner à lire votre document, vous pouvez également utiliser le format *Page Web (*.htm;*.html)*. Les ordinateurs sont équipés d'un navigateur par défaut (Internet Explorer) et vous pouvez en télécharger des gratuits sur Internet (Firefox, Opera, Foxit, Safari, etc.).

PERSONNALISATION Paramétrage des fichiers Web

Vous pouvez modifier les paramètres des fichiers que vous enregistrez en format Page Web en choisissant *Fichier>Options>Options avancées* et en cliquant sur le bouton *Options Web* de la section *Général*.

Sous ces deux formats, vous retrouvez toutes les feuilles, les images et tous les contenus du classeur original.

Utiliser les données d'un classeur dans d'autres contextes qu'Excel

Si l'utilisateur auquel vous destinez votre classeur doit récupérer les données pour les exploiter dans un autre contexte (traitement de texte, base de données, logiciel de comptabilité, etc.), vous pouvez choisir l'un des nombreux formats *(*.txt)* ou *(*.csv)* proposés dans la liste *Type*. Ces formats sont intéressants pour transmettre de longues tables de données ou des listings. Avec eux, vous ne pouvez récupérer que la feuille active. Ce format abandonne en cours de route les images et les illustrations. Seuls les résultats des formules sont transférés. En fonction du format choisi, les données seront séparées les unes des autres par des *Tabulations*, des *Points-virgules* ou des *Espaces*. Ces fichiers peuvent être ouverts à partir de traitements de texte, de tableurs ou d'utilitaires de texte quelconques (Bloc-notes, etc.). Les systèmes de gestion de bases de données sont en général capables d'importer de tels fichiers pour les récupérer sous forme de tables.

Récupérer les données et les formules du classeur

Enfin, si votre destinataire ne possède ni Excel 2010, ni Excel 2013, mais une version antérieure, vous pouvez utiliser le format *Classeur Excel 97 – 2003 (*.xls)*. S'il travaille avec une version vraiment très antérieure, vous disposez même du format *Classeur Microsoft Excel 5.0/95 (*.xls).* Enfin, s'il travaille avec Open Office, vous pourrez faire appel au format *Feuille de calcul OpenDocument (*.ods)*.

ASTUCE Maîtriser les couleurs

Depuis Excel 2007, les couleurs disponibles dans un classeur ne sont plus gérées comme avant. Jusqu'à la version 2003, vous disposiez d'une palette de 56 nuances entièrement modifiable mais non extensible. En d'autres termes, vous ne pouviez pas utiliser plus de 56 couleurs différentes dans un même classeur. Avec Excel 2010, vous n'êtes plus limité à cette palette. Les couleurs sont organisées différemment, autour d'un thème et de ses variantes. À côté de ce thème, rien ne vous empêche de définir toutes les couleurs de votre choix. Aussi, lorsqu'un classeur conçu sous Excel 2010 est enregistré dans une version antérieure, il faut reconstituer la palette à partir de toutes les couleurs utilisées dans le classeur. Si vous souhaitez intervenir vous-même sur cette recomposition, choisissez *Fichier>Options>Enregistrement*, puis cliquez dans le bouton *Couleurs* situé dans le coin inférieur droit de la boîte de dialogue.

Ces trois formats sont conçus pour que votre document puisse être ouvert et modifié dans un tableur. Ainsi, il récupère tout (images, formules, etc.). La seule différence avec le format *Classeur Excel (*.xlsx)*, c'est que les fonctionnalités un peu spécifiques apparues au fil des versions ne seront pas reprises (certaines mises en forme conditionnelles, certains formats, certaines propriétés des illustrations, certaines fonctions de calcul, etc.).

Recevez un classeur conçu par un autre utilisateur

Lorsque vous recevez un classeur conçu par un autre utilisateur, dans un premier temps, et surtout si les tableaux sont grands, vous pouvez avoir des difficultés à l'appréhender dans sa globalité. Il est possible que vous ne compreniez pas tout de suite comment les calculs s'enchaînent et comment les feuilles sont liées entre elles. Heureusement, Excel propose toute une panoplie d'outils qui faciliteront vos premières explorations.

Découvrir les propriétés d'un classeur inconnu

Tout d'abord, il faut savoir que le concepteur d'un classeur laisse des traces volontaires et involontaires : il s'agit des propriétés du classeur (sa date de création, sa date de dernière modification, le nom de son auteur et ainsi de suite). Pour les découvrir, sélectionnez *Fichier>Informations* et, dans la partie droite de l'écran, cliquez sur le bouton déroulant *Propriétés*.

- Vous pouvez choisir *Afficher le panneau de document*. Cette commande ouvre un bandeau placé entre le ruban et la fenêtre de votre classeur. Elle présente une sélection de propriétés. Vous le refermez en cliquant dans la croix de fermeture située dans son coin supérieur droit.
- Pour consulter l'intégralité des propriétés du document, il vaut mieux choisir *Propriétés avancées*. Vous vous retrouvez avec la boîte de dialogue des propriétés affichant, dans ses cinq onglets, toutes les informations concernant le document. Leur intitulé permet, pour la plupart, d'en comprendre le sens. Voici simplement quelques précisions :
  – L'onglet *Résumé* affiche les informations principales sur le document. Certaines sont entrées par défaut (*Auteur*), d'autres sont ajoutées (*Titre*, *Sujet*, etc.).
  – L'onglet *Personnalisation* offre quelques paramètres supplémentaires, pour le cas où les propriétés proposées par défaut ne vous suffiraient pas. Créez vos propres rubriques en cliquant sur cet onglet. Entrez le *Nom de la propriété*, précisez son *Type* et sa *Valeur*, puis cliquez sur *Ajouter*.

EN PRATIQUE Personnaliser sa trace

Le nom de l'auteur est entré par défaut. Pour cela, Excel utilise celui figurant dans la case *Nom d'utilisateur* de la section *Personnaliser votre copie de Microsoft Office* (Excel 2010) ou *Personnaliser votre suite de programmes Microsoft Office* (Excel 2013) (*Fichier>Options>Général*). Si vous souhaitez modifier ce nom par défaut, c'est là que vous devez agir.

Maîtriser les outils d'audit du classeur

L'onglet *Formules* du ruban d'Excel offre de multiples outils très utiles pour faciliter

l'analyse d'un document que vous n'avez pas conçu.

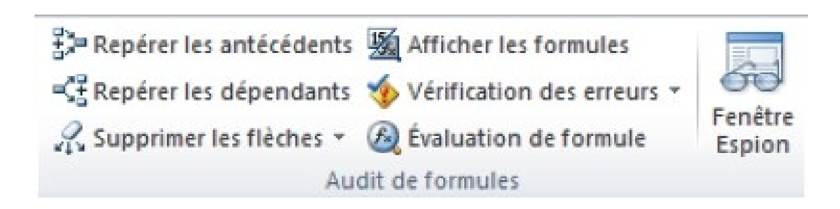


Figure 9–14 Les outils d'audit de l'onglet Formules.

Auditer une cellule : rechercher les antécédents et les dépendants

Les cellules qui interviennent dans le calcul d'une formule sous la forme de références constituent les antécédents de cette formule. La formule est, quant à elle, dépendante de ces cellules. Les boutons *Repérer les antécédents* et *Repérer les dépendants* (*Formules>Audit de formules* sous Excel 2010 ou *Formules>Vérification des formules* sous Excel 2013) permettent d'analyser plus facilement une feuille de calcul en matérialisant par des flèches les liens de dépendance entre les cellules.

Rechercher les antécédents d'une cellule

Nous allons faire une recherche d'antécédents (on recherche les cellules situées en amont de la sélection). Prenons l'exemple de la trésorerie du mois de décembre à partir du suivi budgétaire développé dans le chapitre 4.

1. Sélectionnez la cellule à analyser (dans notre exemple, il s'agit de la cellule *O17*).
2. Cliquez sur *Formules>Audit de formules> Repérer les antécédents* (sous Excel 2010) ou *Formules>Vérification des formules> Repérer les antécédents* (sous Excel 2013). Une première série de flèches bleues apparaît.

O7, *O15* et *N17* étant directement utilisées dans la formule de la cellule *O17* (`=N17+O7-O15`), elles apparaissent reliées à cette dernière par des flèches bleues. Or, ces trois cellules peuvent également dépendre d'autres cellules. Remontez la hiérarchie des dépendances en cliquant plusieurs fois sur le bouton *Repérer les antécédents*. À chaque clic, les divers niveaux de dépendance sont peu à peu matérialisés.

	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Q
2	2009	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
4	*Revenus nets*	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	2 400	28 800
5	*Intérêts placements*	3	9	13	19	24	30	34	40	44	50	55	61	381
7	*Total*	2 403	2 409	2 413	2 419	2 424	2 430	2 434	2 440	2 444	2 450	2 455	2 461	29 181
9	*Logement*	600	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	9 400
10	*Alimentation*	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4 800
11	*Santé*	0	0	90	0	0	0	50	0	0	0	80	0	220
12	*Habillement*	250	0	0	0	0	0	350	0	200	0	0	0	800
13	*Loisirs*	150	0	150	150	150	150	0	0	150	150	150	0	1 200
15	*Total*	1 400	1 200	1 440	1 350	1 350	1 350	1 600	1 200	1 550	1 350	1 430	1 200	16 420
17	*Trésorerie*	1 003	2 211	3 184	4 253	5 327	6 407	7 241	8 481	9 375	10 475	11 500	12 761	12 761

Figure 9–15 Deuxième recherche d'antécédents sur la cellule O17.

En remontant d'un niveau dans la recherche des antécédents de *O17*, on trouve les plages *O4:O5*, *O9:O13* (entourées d'un cadre bleu) et les cellules *N7*, *N15* et *M17*. Cliquez sur le bouton *Repérer les antécédents* jusqu'à ce que plus aucune nouvelle flèche bleue apparaisse. Ainsi, vous avez reconstruit, étape par étape, les niveaux de dépendance.

NETTOYAGE Supprimer les flèches

Les flèches sont pratiques pour comprendre l'enchaînement des liens, mais trop nombreuses, elles finissent par encombrer l'écran et apporter plus de confusion que de lumière. Pour les effacer, déroulez le bouton *Formules>Audit de formules>Supprimer les flèches* sous Excel 2010 ou *Formules> Vérification des formules>Supprimer les flèches* sous Excel 2013 et choisissez la commande la mieux appropriée à votre besoin (*Supprimer toutes les flèches* ou uniquement les marqueurs d'antécédents ou de dépendants).

Rechercher les dépendants d'une cellule

En utilisant le bouton *Formules>Audit de formules>Repérer les dépendants* sous Excel 2010, ou *Formules>Vérification des formules>Repérer les dépendants* sous Excel 2013, on réalise le même genre d'analyse, mais dans l'autre sens (on recherche les cellules situées en aval de la sélection). On trouve les cellules qui dépendent d'une cellule de départ, à des niveaux de plus en plus éloignés.

ASTUCE Accès direct par double-clic

N'oubliez pas qu'un double-clic sur une cellule contenant une formule sélectionne directement les cellules amont (les antécédentes). Pour que ce raccourci soit disponible, veillez à ce que la case *Modification directe* ne soit pas cochée (*Fichier>Options>Options avancées>Options d'édition*). Consultez le chapitre 2 et la fin du chapitre 4 pour connaître tous les détails de ce raccourci.

Explorer les liaisons externes constitutives d'une formule

Lorsqu’une cellule repérée comme dépendante ou antécédente est située dans une autre feuille, voire un autre classeur, Excel matérialise le lien avec une flèche au bout de laquelle apparaît la vignette miniature d’un tableau. En double-cliquant sur n’importe quelle partie de la flèche, Excel affiche la fenêtre *Atteindre* avec la liste des références en rapport avec la cellule analysée, situées dans ces feuilles ou ces classeurs. Double-cliquez sur la référence qui vous intéresse pour vous retrouver sur la feuille concernée.



Figure 9–16 Flèche suivie d’un tableau miniature matérialisant une dépendance avec une cellule située sur une autre feuille. Double-cliquez sur la flèche pour afficher la fenêtre Atteindre. Cette dernière donne la liste des cellules liées situées sur une autre feuille.

EN PRATIQUE Consulter la liste des liaisons externes

Si certaines cellules du classeur sont alimentées par d’autres classeurs, il peut être utile d’avoir une liste de ces liaisons. Pour avoir la liste des classeurs qui alimentent celui que vous auditez, cliquez sur *Données>Connexions>Modifier les liens*. Le nom et le chemin d’accès de tous les fichiers amont apparaissent dans la fenêtre de la boîte de dialogue *Modifier les liaisons*. Pour en savoir plus sur cette boîte de dialogue, consultez la fin du chapitre 4. Dans tous les cas, n’hésitez pas à être exigeant vis-à-vis de votre expéditeur et, lorsque vous recevez un classeur lié à d’autres fichiers avec des liens qui vous compliquent la tâche, demandez-lui de rompre toutes les liaisons avant de vous l’envoyer (voir la fin du chapitre 4 pour savoir comment procéder).

Sélectionner les cellules suivant leur nature

L’utilisation des boutons présentés dans la section précédente vous a permis de mieux appréhender la structure du classeur que vous venez de recevoir. Une autre commande, *Sélectionner les cellules*, disponible à partir du bouton déroulant *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner* peut vous aider à compléter votre analyse. Cette commande affiche une boîte de dialogue dont les options sélectionnent des cellules en fonction de leur nature (toutes les cellules contenant des formules, des commentaires, toutes les cellules d’une matrice, etc.).

Auditer une plage de cellules : repérer les différences par colonne et par ligne

Lorsqu’un tableau est maintes et maintes fois remanié, où lorsque, dans l’urgence de sa diffusion, certains contenus sont remplacés par la valeur du moment, sa fiabilité est mise à mal. Il peut être nécessaire de vérifier la cohérence des formules de certaines colonnes ou certaines lignes. À partir de la sélection d’une ligne ou d’une colonne, Excel prend comme référence le contenu de la première cellule et le compare à celui du reste de la

plage. S'il relève des incohérences, il sélectionne (dans la ligne ou la colonne explorée) les cellules douteuses.

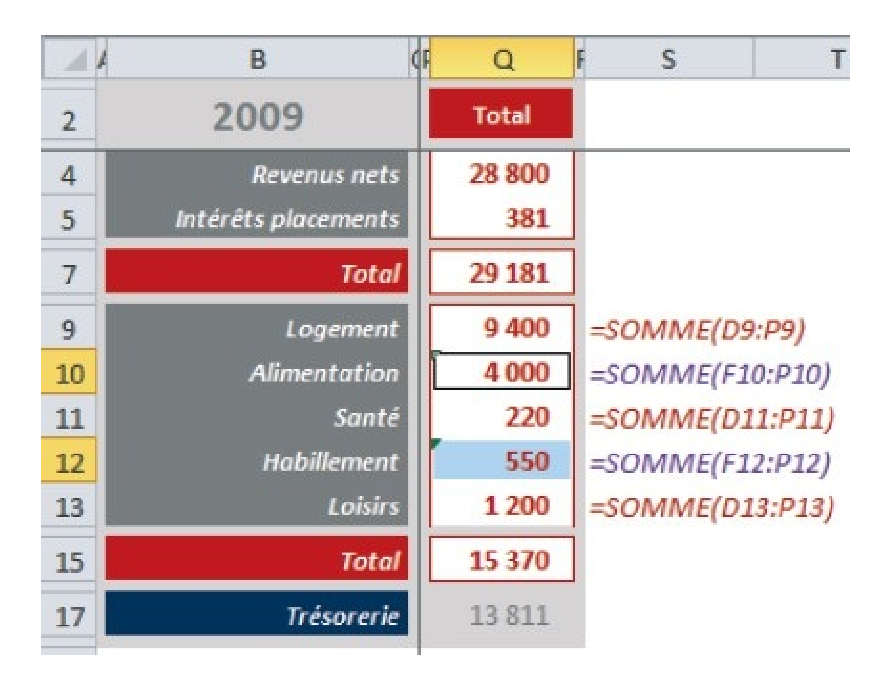


Figure 9–17 Recherche des cellules de la plage Q9:Q13 dont le contenu (en l'occurrence, la formule) diffère de celui de la cellule Q9.

1 Sélectionnez la plage *Q9:Q13*.

2 Déroulez *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner* et choisissez *Sélectionner les cellules*.

3 Cliquez sur *Différences par colonne*, puis sur *OK*. Excel sélectionne les cellules *Q10* et *Q12*. En effet, leur somme ne couvre pas une plage équivalente à celle de la cellule *Q9* (pour plus de clarté, la syntaxe des formules a été entrée dans la colonne *S*).

EN PRATIQUE Autres accès possibles à la commande

Pour faire apparaître la boîte de dialogue *Sélectionner les cellules*, vous pouvez également presser la touche *F5* (ou *FN+F5*), puis cliquer sur le bouton *Cellules*. Vous remarquerez également qu'un minuscule triangle vert marque le coin supérieur gauche des cellules *Q10* et *Q12*. Si vous approchez la souris de la balise active correspondante, une description de l'erreur rencontrée apparaît dans un cartouche jaune. Si vous déroulez la balise active, Excel propose plusieurs méthodes pour traiter cette « anomalie ».

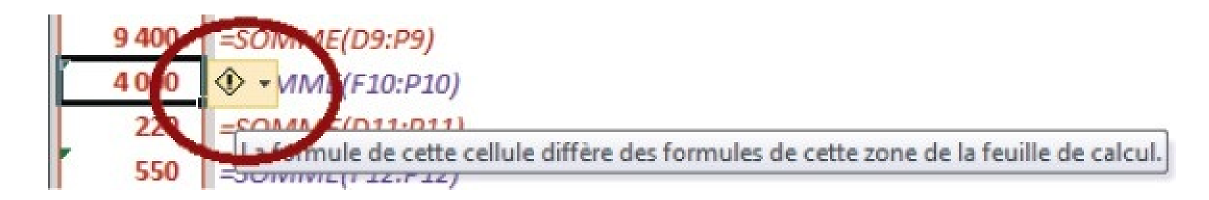


Figure 9–18 La balise active vous informe également de la présence d'incohérences.

Vous pouvez lancer une recherche d'incohérence en sélectionnant une plage de plusieurs

colonnes. Excel utilise pour chaque colonne la référence qu'il trouve dans chacune des cellules de la première ligne. L'option *Différences par ligne* suit la même logique mais, dans ce cas, Excel utilise comme référence les contenus de la première colonne de la plage sélectionnée.

Auditer une feuille de calcul : identifier ses formules ou sa dernière cellule

En choisissant à nouveau la commande, *Sélectionner les cellules*, n'hésitez pas à utiliser l'option *Dernière cellule*. Cette dernière repère les dimensions exactes du rectangle actif de la feuille (pour en savoir plus, consultez le chapitre 2).

Certaines options de cette commande sont également accessibles en direct, à travers le bouton déroulant *Rechercher et sélectionner* (onglet *Accueil*). Vous trouvez, en particulier la commande *Formules* qui sélectionne toutes les cellules pourvues d'une formule. En appliquant ensuite une couleur de fond à cette sélection, vous pouvez les appréhender d'un seul coup d'œil. Enfin, en pressant les touches *Ctrl+"*, vous affichez leur syntaxe à la place de leurs résultats… et vous voilà paré pour l'analyse détaillée des formules. Les autres options accessibles à partir du même bouton déroulant sont : *Commentaires*, *Mises en forme conditionnelles*, *Constantes* et *Validation des données*. Moins fondamentales que la commande *Formules*, elles permettent toutefois d'affiner votre connaissance du document.

> **RAPPEL Suivi des erreurs**
>
> Les outils d'audit permettant de traquer les erreurs ont été présentés au chapitre 4.

Espionner les cellules de tous les classeurs ouverts

Dans l'onglet *Formules*, groupe *Audit de formules* sous Excel 2010 et *Vérification des formules* sous Excel 2013, vous disposez du bouton *Fenêtre Espion* (voir figure 9-19). Il affiche une fenêtre dans laquelle apparaissent les cellules espionnées dans tous les classeurs ouverts. Vous pouvez suivre leur emplacement, leur nom, leur contenu et leur valeur. Ainsi, à partir de n'importe quelle feuille ou classeur actif, vous suivez en permanence l'évolution des propriétés de toutes les cellules espionnées, quel que soit leur emplacement. Pour ajouter une cellule à la liste des cellules observées :

1. Si la *Fenêtre Espion* n'est pas apparente, cliquez sur *Formules>Audit de formules>Fenêtre Espion* (Excel 2010) ou sur *Formules>Vérification des formules>Fenêtre Espion* (Excel 2013).
2. Cliquez sur *Ajouter un espion*, puis, en arrière-plan, cliquez dans la cellule dont vous souhaitez suivre en permanence le contenu.

Fenêtre Espion

Ajouter un espion... | Supprimer un espion

Classeur	Ajouter un espion	m	Cellule	Valeur	Formule
Commentaires.xlsx	Feuil1	Relance1	G3	89	=SI(ESTVIDE(H3);AUJOURDHUI()-B3;"")
Sud.xlsx	CA	Sud	F6	771	=SOMME(F2:F5)

Figure 9–19 Une fenêtre Espion pour suivre le comportement d'une liste de cellules, quel que soit le classeur actif.

3 Cliquez sur *Ajouter*.

NETTOYAGE Supprimer une cellule de la liste des espionnées

1. Si la *Fenêtre Espion* n'est pas apparente, cliquez sur *Formules>Audit de formules>Fenêtre Espion* (Excel 2010) ou sur *Formules>Vérification des formules>Fenêtre Espion* (Excel 2013).
2. Dans la liste, cliquez sur la référence de la cellule à supprimer, puis cliquez sur *Supprimer un espion*.

Repérer tous les objets nommés d'un classeur

Si le concepteur du classeur a nommé des cellules, vous pouvez repérer leur emplacement en utilisant la flèche de la *Zone Nom*. Cependant, avec cette méthode, il vous sera difficile d'avoir une vision synthétique de la totalité des noms attribués, d'autant que ceux qui désignent des valeurs ou des formules ne sont pas accessibles par ce biais. Insérez plutôt une nouvelle feuille et déroulez *Formules>Noms définis>Utiliser dans la formule* (Excel 2010) ou *Formules>Noms définis>Dans une formule* (Excel 2013). Choisissez *Coller des noms*. Une fois dans la boîte de dialogue, cliquez sur *Coller une liste*. Pour en savoir plus sur les noms, consultez le chapitre 2.

Lancer des recherches dans une plage, la feuille active ou le classeur actif

Pour vous aider dans votre audit, ne négligez pas la commande *Rechercher*, accessible en déroulant le bouton *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner*, ou en pressant les touches *Ctrl+F*.

Tableau 9–2 Quelques exemples de recherches

Rechercher	Procédure
les références externes	Lorsqu'une cellule située dans un autre classeur est utilisée dans une formule, sa référence est une référence externe (elle apparaît au bout d'un chemin d'accès utilisant le nom du classeur source placé entre crochets). En lançant la recherche sur un caractère de crochet ouvert ([), vous identifierez rapidement toutes les

	formules utilisant une référence externe.
les erreurs	En recherchant dans les formules le caractère `#`, vous trouvez celles qui ont été altérées par une modification. De même, rechercher le caractère `#` dans les valeurs permet de repérer les cellules affichant une valeur d'erreur.

N'oubliez pas que les commentaires peuvent être, eux aussi, explorés par la commande *Rechercher*. D'autre part, sachez que ces recherches ne sont pas fatalement limitées à la feuille active. Elles sont également capables de couvrir l'intégralité du classeur.

EXPERT Optimiser l'analyse des formules

Une macro permettant d'optimiser le repérage des formules est présentée au chapitre 11.

Ouvrir un fichier de format différent de .xls ou .xlsx

Excel est capable d'ouvrir des fichiers de formats très variés. Pour ouvrir un fichier dont le suffixe n'est pas `.xlsx`, procédez ainsi :

1 Ouvrez Excel.

2 Choisissez *Fichier>Ouvrir* ou pressez les touches *Ctrl+O*. Sous Excel 2013, dans la partie gauche de l'écran, sélectionnez l'emplacement de votre fichier : votre ordinateur, le cloud ou les répertoires récents. Ensuite, sélectionnez le répertoire concerné dans la partie droite de l'écran.

3 Une fois dans la boîte de dialogue d'ouverture, utilisez la liste déroulante qui apparaît dans le coin inférieur droit pour sélectionner le suffixe correspondant au fichier à ouvrir. Si vous ne le trouvez pas, choisissez *Tous les fichiers (*.*)*.

4 Sélectionnez le nom du fichier à ouvrir et cliquez sur *Ouvrir*.

Soit Excel ouvre le fichier directement, soit il reconnaît un fichier de format texte et active l'assistant d'importation de texte (consultez le chapitre 10).

COMPATIBILITÉ Version antérieure

Si vous ouvrez un fichier créé dans une version antérieure à Excel 2010, certaines fonctionnalités sont désactivées pour le conserver dans un format assurant la meilleure compatibilité avec son format d'origine. À droite du titre du classeur, vous voyez apparaître le texte *[Mode de compatibilité]*. À travers le bouton *Fichier>Informations>Mode de compatibilité>Convertir* (Excel 2010) ou *Fichier>Informations>Vérifier l'absence de problèmes>Vérifier la compatibilité* (Excel 2013), le logiciel propose une conversion. Si vous devez faire circuler le classeur parmi des utilisateurs non pourvus de la dernière version, restez en mode de compatibilité.

Consolider les données de tableaux multiples

Régulièrement, vos correspondants régionaux vous envoient leurs résultats trimestriels avec mission d'en faire la synthèse. Pour optimiser cette tâche, n'hésitez pas à utiliser la commande *Données>Outils de données>Consolider*. L'exemple que nous allons utiliser concerne quatre régions (nord, sud, est et ouest). Chacune envoie son tableau dans un classeur spécifique (`Nord.xlsx`, `Sud.xlsx`, `Est.xlsx` et `Ouest.xlsx`).



Nord.xlsx

	A	B	C	D	E	F
1		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Nord
2	Produit 1	52	49	47	46	194
3	Produit 2	38	35	33	34	140
4	Produit 3	89	74	81	79	323
5	Produit 4	46	47	39	41	173
6	Total	225	205	200	200	830

Sud.xlsx

	A	B	C	D	E	F
1		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Sud
2	Produit 1	45	43	48	41	177
3	Produit 2	32	33	34	34	133
4	Produit 3	76	71	78	75	300
5	Produit 4	45	41	38	37	161
6	Total	198	188	198	187	771

Ouest.xlsx

	A	B	C	D	E	F
1		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Ouest
2	Produit 1	38	35	34	32	139
3	Produit 2	28	27	24	23	102
4	Produit 3	72	71	73	71	287
5	Produit 4	44	42	41	40	167
6	Total	182	175	172	166	695

Est.xlsx

	A	B	C	D	E	F
1		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Est
2	Produit 1	32	29	32	31	124
3	Produit 2	27	24	25	27	103
4	Produit 3	75	72	71	69	287
5	Produit 4	41	40	39	37	157
6	Total	175	165	167	164	671

Figure 9–20 Les quatre régions envoient un classeur avec leur chiffre d'affaire trimestriel par produit.

Consolider les données à l'aide de sommes en trois dimensions

Si les tableaux que vous recevez ont exactement la même structure, vous pouvez utiliser les sommes en trois dimensions. Dans ce cas, il faut les placer dans un même classeur.

Sommes en trois dimensions : réunir les données dans un classeur unique

1 Ouvrez un nouveau classeur que vous baptisez `Synthèse.xlsx.`

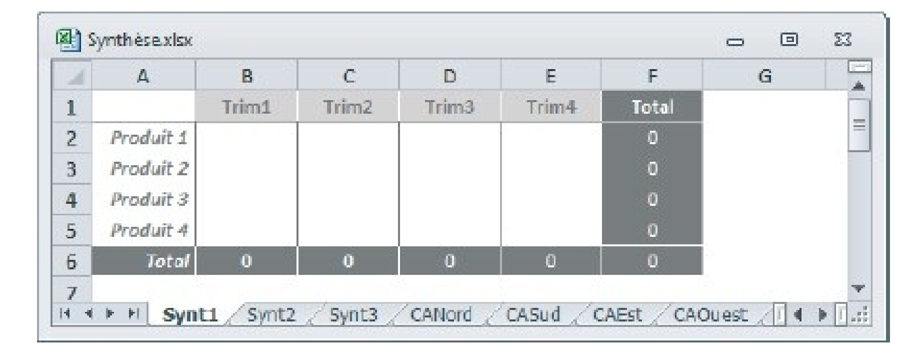
2 Ouvrez les classeurs des quatre régions.

3 Choisissez *Affichage>Fenêtre>Réorganiser tout*. Les cinq fenêtres des classeurs ouverts aux étapes 1 et 2 sont redimensionnées de manière à apparaître côte à côte.

4 Cliquez-glissez des onglets `CA` de chaque classeur régional vers le classeur de synthèse, tout en pressant la touche *Ctrl*. À l'issue de ce travail, le classeur `Synthèse.xlsx` contient ses feuilles d'origine ainsi qu'une copie des quatre feuilles des classeurs régionaux.

5 Rebaptisez les feuilles `CA(2), CA(3)`, etc. du classeur de synthèse `CANord`, `CASud`, etc., et ajoutez le nombre de feuilles nécessaires pour disposer de deux feuilles de synthèse `Synt1` et `Synt2` (voir figure 9-21).

6 Prenez le tableau de n'importe quelle région et copiez-le dans la feuille `Synt1` pour récupérer sa structure. Effacez ses données (voir figure 9-21).



Synthèse.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G
1		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Total	
2	Produit 1					0	
3	Produit 2					0	
4	Produit 3					0	
5	Produit 4					0	
6	Total	0	0	0	0	0	
7							

Synt1 / Synt2 / Synt3 / CANord / CASud / CAEst / CAOuest

Figure 9–21 *À l'issue de la procédure décrite ici, le classeur Synthèse.xlsx et la feuille Synt1 doivent ressembler à ce qui est présenté ici.*

Construire une somme en trois dimensions

1 La feuille `Synt1` étant active, sélectionnez la cellule *B2*.

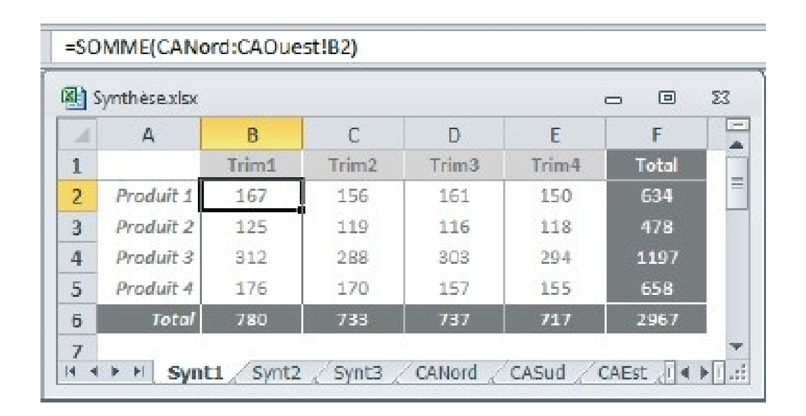
2 Saisissez =`SOMME(` et cliquez sur l'onglet `CANord`.

3 Cliquez dans la cellule *B2* de la feuille `CANord`, une ébauche de formule, `=SOMME(CANord!B2` apparaît dans la barre de formule.

4 Tout en pressant la touche *Maj*, cliquez sur l'onglet `CAOuest`. L'ébauche de formule devient `=SOMME('CANord:CAOuest'!B2.`

5 Saisissez `)` et validez la formule. Sa forme finale est :
`=SOMME(CANord:CAOuest!B2).`

6 Recopiez-la dans la plage *B2:E5*.



=SOMME(CANord:CAOuest!B2)

Synthèse.xlsx

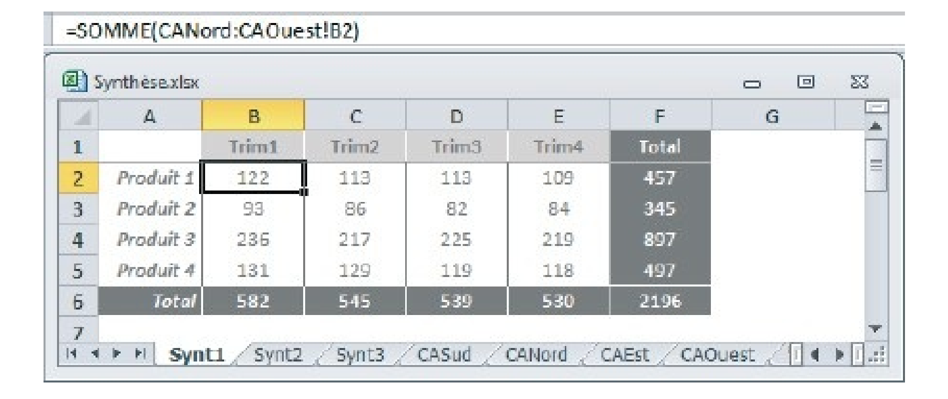
	A	B	C	D	E	F
1		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Total
2	Produit 1	167	156	161	150	634
3	Produit 2	125	119	116	118	478
4	Produit 3	312	288	303	294	1197
5	Produit 4	176	170	157	155	658
6	Total	780	733	737	717	2967
7						

Synt1 / Synt2 / Synt3 / CANord / CASud / CAEst

Figure 9–22 *À l'issue de la procédure décrite ci-dessus, vous pouvez lire les résultats de la synthèse.*

COMPRENDRE Somme en trois dimensions

La formule `=SOMME(CANord:CAOuest!B2)` signifie « faire la somme de toutes les cellules *B2* depuis la feuille `CANord` jusqu'à la feuille `CAOuest` ». On considère les feuilles dans l'ordre dans lequel elles apparaissent dans le classeur ce qui rend cette écriture compacte particulièrement souple. En effet, si vous souhaitez exclure momentanément un tableau de la somme, il suffit de déplacer sa feuille à l'extérieur des bornes constituées par les onglets `CANord` et `CAOuest`. À l'inverse, si vous recevez des données au dernier moment, il est extrêmement facile de les intégrer au cumul puisqu'il suffit de faire glisser l'onglet de la feuille qui les contient entre les bornes `CANord` et `CAOuest`.


=SOMME(CANord:CAOuest!B2)

Synthèse.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G
1		Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Total	
2	Produit 1	122	113	113	109	457	
3	Produit 2	93	86	82	84	345	
4	Produit 3	236	217	225	219	897	
5	Produit 4	131	129	119	118	497	
6	Total	582	545	539	530	2196	
7							

Synt1 Synt2 Synt3 CASud CANord CAEst CAOuest

Figure 9–23 En déplaçant la feuille CASud à l'extérieur des bornes constituées par les onglets CANord et CAOuest, vous excluez ses valeurs des totaux calculés sur la feuille Synt1.

Consolider les données à l'aide de consolidations simples

Dans la réalité, il est extrêmement rare de recevoir de divers interlocuteurs des tableaux ayant exactement la même structure. Il est difficile d'empêcher les utilisateurs d'ajouter leur petite touche personnelle. Ces élans créatifs sont souvent à l'origine de décalages, de suppressions, etc. Il faut donc être capable de réaliser une synthèse à partir de tableaux qui se ressemblent « à peu près ». La commande *Données>Outils de données>Consolider* offre cette souplesse. Elle permet de cumuler les valeurs issues de tableaux différents, à condition qu'elles se trouvent à l'intersection de lignes et de colonnes pourvues des mêmes intitulés. Peu importe leur position dans la feuille et le classeur dans lequel elles sont stockées. Les tableaux peuvent être de taille très différente. Il faut juste indiquer autant de « sources » que de tableaux à consolider. Dès lors, Excel explorera systématiquement les intitulés de l'intégralité des sources, afin de cumuler tout ce qui se ressemble. Avec une telle organisation, il n'est pas obligatoire pour un tableau de posséder la totalité des intitulés et certains peuvent même n'apparaître que sur l'un d'eux.

Consolider les quatre tableaux de l'exemple

Pour utiliser la commande *Consolider*, il n'est pas nécessaire de rapatrier toutes les feuilles dans un classeur unique. Une consolidation peut être lancée à partir de plusieurs classeurs. Pour faciliter la saisie des références des tableaux à consolider, il est préférable d'ouvrir les quatre classeurs sources.

1. Sélectionnez la feuille `Synt2`. Cette dernière peut être totalement vide (vous n'avez pas besoin de préparer le tableau de synthèse, c'est Excel qui va le créer tout seul).
2. Sélectionnez la cellule *A1* et cliquez sur *Données>Outils de données>Consolider* (voir figure 9-24).
3. Dans la boîte de dialogue *Consolider*, assurez-vous que la fonction sélectionnée est bien une somme et cochez les cases *Ligne du haut* et *Colonne de gauche* (c'est grâce à

ce choix qu'Excel consolidera en fonction des étiquettes).

TECHNIQUE Autres options de la boîte de dialogue Consolider

Si vous ne cochez pas les cases *Ligne du haut* et *Colonne de gauche*, Excel consolidera les sources en fonction de la position respective de leurs cellules. Il cumulera toutes les cellules situées à l'intersection de la deuxième ligne et de la deuxième colonne de chaque source et ainsi de suite. Si vous cochez l'option *Lier aux données sources*, Excel ne renverra pas directement le cumul dans une cellule. Il créera des liens entre les cellules du tableau de synthèse et celles des tableaux sources et réalisera des sous-totaux par entité.

4 Pour saisir la première source, cliquez dans la case *Référence* et, en arrière-plan de la boîte de dialogue, activez le classeur `Nord.xlsx`. Cliquez-glissez sur la plage *A1:F6*. Cliquez sur *Ajouter* (la référence apparaît dans la fenêtre *Toutes les références*).

5 Procédez de même pour les trois autres classeurs. Dans ce cas, comme toutes les références se ressemblent, il est plus rapide de simplement modifier `Nord` en `Sud` dans la case *Référence*, puis de cliquer sur *Ajouter* et de procéder de même pour `Est` et `Ouest`.

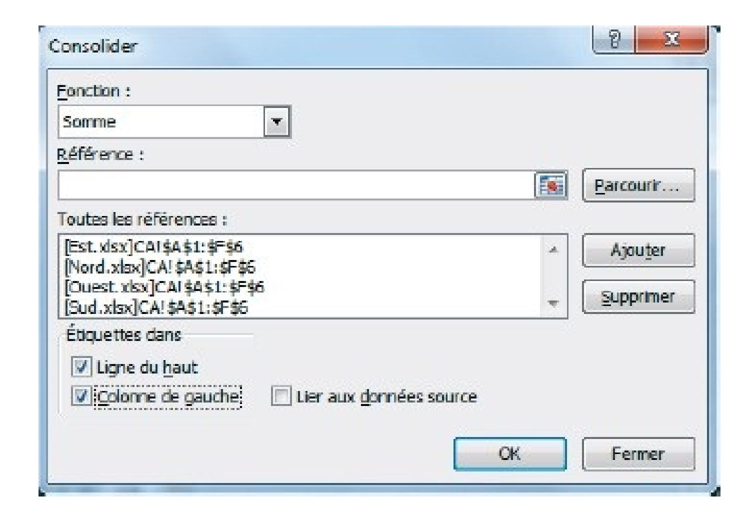


Figure 9–24 Remplie ainsi, cette boîte de dialogue cumule les valeurs des quatre tableaux référencés dans la fenêtre. Elle utilise à chaque fois les intitulés des plages A2:A6 et B1:F1.

6 À la fin de la procédure, vous vous retrouvez avec les quatre références listées dans la fenêtre *Toutes les références* (voir la figure 9-24). Il ne vous reste plus qu'à cliquer sur *OK* pour lancer la consolidation.

Synthèse.xlsx

	Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	Est	Nord	Ouest	Sud
Produit 1	167	156	161	150	124	194	139	177
Produit 2	125	119	116	118	103	140	102	133
Produit 3	312	288	303	294	287	323	287	300
Produit 4	176	170	157	155	157	173	167	161
Total	780	733	737	717	671	830	695	771

Synt1 | Synt2 | Synt3 | CASud | CANord | CAEst | CAOuest

Figure 9–25 Tableau obtenu spontanément à l'issue de la consolidation.

En regardant la figure 9-25, vous remarquerez qu'Excel a bien cumulé toutes les valeurs situées dans les colonnes `Trim1` à `Trim4` pour les lignes `Produit 1` à `Produit 4`. En effet, tous ces intitulés étaient communs aux quatre sources. Les colonnes `Nord`, `Sud`, `Est` et `Ouest` recueillaient les totaux en ligne dans chaque source. Apparaissant de manière unique, elles n'ont pas pu être cumulées. Excel s'est donc contenté de les récupérer telles quelles à partir de chacune des feuilles.

ATTENTION Mise à jour des données

La mise à jour des données n'est pas dynamique. Si l'un des quatre tableaux sources change, vous ne retrouvez pas spontanément ce changement dans la feuille `Synt2`. Pour qu'il se répercute, il faut simplement que vous vous placiez à nouveau sur la cellule *A1* et que vous cliquiez sur *Données>Outils de données>Consolider*. La boîte de dialogue étant prête, il vous suffit de cliquer sur *OK*. Vous récupérez instantanément votre consolidation mise à jour.

EN PRATIQUE Aller plus loin

Vous avez pu constater que, dans cette procédure, l'étape la plus longue était la saisie des sources. Il faut bien comprendre que tout ce que vous avez saisi dans la boîte de dialogue *Consolider* reste associé à la feuille `Synt2`. En d'autres termes, le contenu de la boîte de dialogue *Consolider* est attaché à la feuille qui était active lorsque vous avez cliqué sur le bouton *Consolider* dans le ruban. Aussi, rien ne vous empêche de vous placer sur la cellule *A8* de la feuille `Synt2` et de demander une nouvelle consolidation en utilisant une autre fonction (une moyenne, par exemple). Cette démarche est immédiate puisque toutes les sources sont prêtes. Vous n'avez qu'à cliquer sur le bouton *Consolider* et choisir une autre fonction dans la boîte de dialogue.

Réaliser une consolidation avec les classeurs sources fermés

La grande puissance de cet outil est de pouvoir travailler à partir de classeurs fermés. Cette propriété est très pratique lorsque vous consolidez plusieurs dizaines de fichiers. Le fait de ne pas avoir à les ouvrir évite d'encombrer la mémoire. À chaque fois que vous voulez obtenir une nouvelle consolidation, il vous suffit d'ouvrir le classeur de synthèse et de cliquer sur *Données>Outils de données>Consolider*. Même avec plusieurs dizaines

de sources fermées, le résultat est immédiat. Pour que cela fonctionne correctement, il faut bien entendu que les classeurs n'aient été ni déplacés, ni renommés !

EXPERT Automatiser la saisie des sources

La saisie des sources est la partie la plus longue et la plus délicate de la préparation de la boîte de dialogue *Consolider*. Pour l'automatiser et la fiabiliser, consultez le chapitre 11 dans lequel est proposée une macro remplissant cet office.

Consolider les données à l'aide de consolidations élaborées

Jusqu'à présent, les consolidations étaient lancées sans préparatifs spécifiques. En partant d'une feuille vierge, c'est Excel qui explorait les intitulés pour construire les titres et cumuler les valeurs relativement à ce qu'il avait trouvé. Or, vous pouvez pousser votre consolidation encore plus loin en préparant le tableau résultat de manière à orienter les cumuls. Pour parvenir à cela, on utilise un caractère générique (`*`). En préparant les deux tableaux présentés figure 9-26, vous incitez Excel à cumuler d'abord toutes les valeurs situées dans les colonnes dont l'intitulé commence par `Trim`, puis toutes les valeurs stockées dans les lignes dont l'intitulé commence par `Produit`.

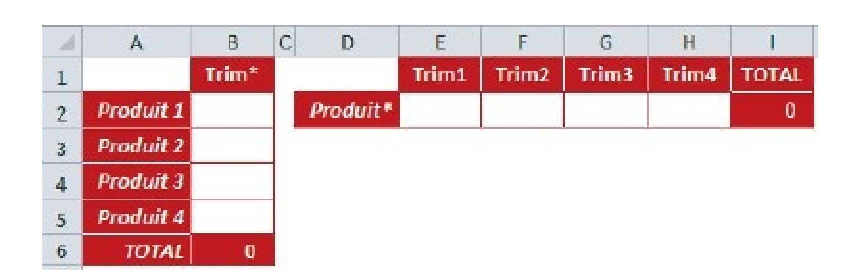


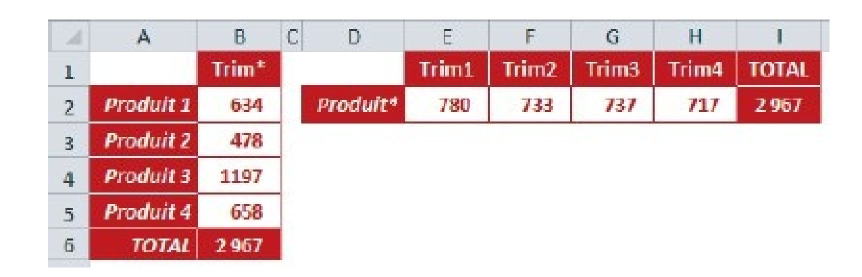
Figure 9–26 Deux tableaux ont été préparés pour recevoir, d'une part, le cumul de tous les trimestres par produit (A1:B6) et, d'autre part, le cumul de tous les produits par trimestre (D1:I2).

ASTUCE Abréger la saisie des sources

Étant donné que le contenu de la boîte de dialogue *Consolider* est lié à la feuille à partir de laquelle elle a été préparée, dupliquez la feuille `Synt2` et nommez le duplicata `Synt3`. Ainsi, vous récupérez automatiquement dans `Synt3` le contenu de la boîte de dialogue *Consolider* de la feuille `Synt2`.

1. Préparez le tableau de la plage *A1:B6* (voir figure 9-26) et sélectionnez-le.
2. Choisissez *Données>Outils de données>Consolider*.
3. Si vous avez créé la feuille `Synt3` en dupliquant la feuille `Synt2`, la boîte de dialogue est prête. Vous n'avez plus qu'à cliquer sur *OK*.
4. Préparez le tableau de la plage *D1:I2* (voir figure 9-26) et sélectionnez-le.
5. Choisissez *Données>Outils de données>Consolider*.

6 Cliquez sur *OK*.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Trim*			Trim1	Trim2	Trim3	Trim4	TOTAL
2	Produit 1	634		Produit*	780	733	737	717	2 967
3	Produit 2	478							
4	Produit 3	1197							
5	Produit 4	658							
6	TOTAL	2 967							

Figure 9–27 En préparant de manière spécifique les deux tableaux résultats, vous avez pu obtenir deux consolidations particulières à partir de la même boîte de dialogue.

Connaissant cette propriété, libre à vous de préparer soigneusement vos tableaux sources en choisissant finement vos intitulés. Ainsi, en jouant simplement sur leurs premiers et leurs derniers caractères, vous pourrez obtenir, instantanément et sans effort, des dizaines de consolidations différentes à partir d'une boîte de dialogue *Consolider* unique.

Faites dialoguer Excel avec les autres logiciels

10

Excel n'est pas un outil fermé. Capable de se connecter à diverses bases de données pour en tirer la substantifique moelle, il peut ensuite, grâce à ses multiples outils spécialisés, livrer le fruit de son analyse sous forme de tableaux et de graphiques élaborés. Une fois réalisés, il est très facile d'exporter ces derniers dans un autre environnement pour qu'ils alimentent un rapport ou un diaporama.



SOMMAIRE

- Importer un fichier texte
- Fonctions de texte
- Connecter Excel à une base de données
- Modèle de données Excel
- Fonctions cubes et fonctions de bases de données
- Liens hypertextes
- Exporter Excel

MOTS-CLÉS

- Access
- ASCII

- Base de données
- Connexion
- Convertir
- Encodage des caractères
- Exporter
- Importer
- Jointure
- Hypertexte
- Modèle de données
- Objet incorporé
- Objet lié
- OLAP
- PowerPivot
- Query
- Remplissage instantané
- Requête
- Service Web
- Tableau croisé dynamique
- XML

Les données externes peuvent être intégrées à votre classeur Excel de diverses manières. Si vous importez un grand fichier en format texte, stockez-le intégralement dans votre classeur. Les données importées n'auront plus aucun lien avec leur fichier d'origine et vous aurez l'entière liberté de les transformer et de les synthétiser à votre goût.

Si vous activez une passerelle pour établir une connexion entre Excel et une base de données, vous créez entre les deux un lien dynamique. Ce dernier assure une mise à jour quasi instantanée des données importées. De plus, en définissant des filtres astucieux, vous n'affichez dans votre classeur que les valeurs strictement nécessaires, évitant ainsi de le surcharger. Par une technique analogue, vous récupérez même des données déjà synthétisées sous la forme d'un tableau croisé dynamique en escamotant ainsi l'étape de l'import du détail.

Une fois toutes les synthèses et mises en forme accomplies, vos données s'exportent comme graphiques ou tableaux vers n'importe quel logiciel de traitement de texte ou de présentation, avec ou sans lien avec le classeur qui leur a donné vie.

Importer des fichiers texte dans Excel

Chaque application produit des fichiers en formats propriétaires non reconnus par les autres. Néanmoins, elle propose parallèlement des formats d'enregistrement standard destinés à faciliter le passage des données de l'une à l'autre. Excel ne fait pas exception et ouvre des fichiers issus d'applications différentes.

Parmi les formats les plus répandus figurent les formats de texte. Excel en propose huit, correspondant à des séparateurs différents (tabulations, points-virgules, espaces) et à des encodages spécifiques à chaque environnement de travail (Macintosh, DOS, Windows). Ces huit formats sont : *Texte (séparateur : tabulation) (.txt)*, *Texte Unicode (.txt)*, *CSV (séparateur : point-virgule) (.csv)*, *Texte (séparateur : espace) (.prn)*, *Texte (Macintosh) (.txt)*, *Texte (DOS) (.txt)*, *CSV (Macintosh) (.csv)* et *CSV (DOS) (.csv)*. En effet, dans un tableur, les données sont naturellement séparées par les frontières des cellules auxquelles elles appartiennent, alors que dans un fichier texte, ces « séparations » se traduisent par :

- le caractère « Retour chariot » ou « Saut de ligne » (voire les deux) pour figurer les sauts de lignes ;
- le caractère « Tabulation » (dans les fichiers `.txt`) ou le caractère « Point-virgule » (dans les fichiers `.csv`) pour matérialiser le passage d'une colonne à une autre.

TECHNIQUE Le format .prn

Dans Excel, la largeur d'une colonne est déterminante pour l'affichage du contenu de ses cellules. Elle est exprimée en nombre de caractères. Ainsi, une colonne de taille 8 peut afficher au maximum huit caractères de format standard. Il est courant que l'intégralité du contenu d'une cellule n'ait pas la

place de s'afficher. S'il s'agit d'un texte, il est masqué en partie ou « dépasse » et couvre les cellules contiguës. S'il s'agit d'un nombre, il est, dans le meilleur des cas, affiché à l'aide du format scientifique ou, dans le pire des cas, remplacé par une série de `#`. Dans un format `.prn`, la taille des colonnes et les paramètres d'alignement des cellules conditionnent l'encodage des données :

- si un texte est trop grand pour la cellule qui le contient, il est tronqué. Dans le cas d'un nombre, il est exporté tel qu'il apparaît (en format scientifique ou converti en une suite de `#`) ;
- pour encoder un contenu plus petit que la cellule, Excel ajoute des espaces afin de combler les caractères « manquants » avant, après ou autour de la donnée, selon l'alignement adopté dans la cellule.

COMPRENDRE Les normes d'encodage des caractères

Depuis les débuts de l'informatique, on a cherché à traduire les caractères en langage binaire. La norme ASCII *(American Standard Code for Information Interchange)* établit une correspondance entre une représentation binaire des caractères de l'alphabet latin et les symboles qui constituent cet alphabet. Le code ASCII de base représentait les caractères sur 7 bits (c'est-à-dire 128 caractères possibles, de 0 à 127). Mis au point pour la langue anglaise et l'usage de télétypes, il ne contenait ni les caractères accentués, ni les caractères spécifiques à certaines langues, comme le ß (223). Il a donc été étendu à 8 bits (un octet) pour pouvoir coder jusqu'à 256 caractères. Cette norme s'appelle ISO-8859 et se décline, par exemple, en ISO-8859-1 lorsqu'elle étend l'ASCII aux caractères accentués d'Europe occidentale. Parmi les huit formats proposés par Excel, sept encodent en ANSI (218 caractères imprimables) qui est une extension d'ISO-8859-1 et auquel certains caractères comme « œ » ou le symbole de l'euro ont été ajoutés.
Le huitième format (texte Unicode) est un système de codage des caractères sur 16 bits, proposant une version unifiée des différents encodages de caractères complétant l'ASCII. Il définit des dizaines de milliers de codes et permet de régler la plupart des problèmes d'encodage de textes susceptibles de surgir dans un contexte international. Néanmoins, les 128 premiers restent toujours compatibles avec ASCII.

Ouvrir un fichier texte

Les logiciels de gestion de bases de données exportent généralement leurs tables sous forme de fichiers texte. Les données y sont organisées sous forme de chaînes de caractères réparties sur des lignes séparées par des « retours chariot » ou des « sauts de ligne ».

Pour exporter une table dans un fichier texte, un logiciel de gestion de base de données peut adopter deux logiques : soit il crée des lignes contenant toutes le même nombre de caractères, soit il délimite les rubriques avec des séparateurs.

- Dans les fichiers texte du premier type, le logiciel prend en compte le nombre maximum de caractères d'une rubrique et exporte la donnée en utilisant des espaces pour combler les caractères manquants. L'exemple présenté figure 10-1 (premier tableau), montre que la rubrique `Client` peut comporter un maximum de 15 caractères.

Lorsque le premier enregistrement est exporté, les 11 caractères manquants sont comblés avec des espaces (15 moins les quatre caractères `AAAA`). Lorsqu'il s'agit d'une rubrique numérique (comme pour la rubrique `Montant`), les espaces sont placés avant la donnée. Avec une telle méthode, tous les éléments d'un enregistrement se retrouvent donc sur une même ligne, dans une chaîne de caractères continue, terminée par un « retour chariot » ou un « saut de ligne ». Dans un fichier de premier type, tous les enregistrements sont stockés avec le même nombre de caractères. Dans l'exemple de la figure 10-1, toutes les lignes ont 50 caractères (10 + 5 + 15 + 13 + 7).

```
Date      N°   Client         Montant H.T. %TVA
24/12/200700001AAAA                4 535,00 19,60%
15/09/200700002BBBB                4 479,00 19,60%
29/06/200700003CCCC                3 374,00 19,60%
09/03/200700004DDDD                4 475,00 19,60%
18/02/200800005EEEE                5 039,00 19,60%
05/01/200700006FFFF                2 610,00 19,60%
05/05/200800007GGGG                5 632,00 19,60%
08/10/200700008HHHH                3 442,00 19,60%
12/11/200600009IIII                4 565,00 19,60%
01/04/200800010JJJJ                2 587,00 19,60%
07/11/200600011KKKK                1 518,00 19,60%
01/02/200700012LLLL                3 098,00 19,60%
21/09/200700013MMMM                3 351,00 19,60%
31/10/200600014NNNN                4 619,00 19,60%
08/10/200700015OOOO                2 056,00 19,60%
11/03/200700016PPPP                4 156,00 19,60%
14/02/200800017QQQQ                1 925,00 19,60%
06/11/200700018RRRR                5 710,00 19,60%
11/07/200700019SSSS                2 077,00 19,60%
18/06/200700020TTTT                4 431,00 19,60%
```

Date	N° Facture	Client	Montant H.T.	% TVA
30/01/2008	00001	AAAA	4 535,00	19,60%
27/02/2007	00002	BBBB	4 479,00	19,60%
24/03/2007	00003	CCCC	3 374,00	19,60%
16/02/2008	00004	DDDD	4 475,00	19,60%
14/08/2007	00005	EEEE	5 039,00	19,60%
14/02/2008	00006	FFFF	2 610,00	19,60%
29/12/2007	00007	GGGG	5 632,00	19,60%
19/02/2008	00008	HHHH	3 442,00	19,60%
02/03/2007	00009	IIII	4 565,00	19,60%
10/01/2007	00010	JJJJ	2 587,00	19,60%
30/10/2007	00011	KKKK	1 518,00	19,60%
23/08/2007	00012	LLLL	3 098,00	19,60%
11/05/2008	00013	MMMM	3 351,00	19,60%
02/11/2007	00014	NNNN	4 619,00	19,60%
28/12/2006	00015	OOOO	2 056,00	19,60%
15/03/2007	00016	PPPP	4 156,00	19,60%
17/11/2007	00017	QQQQ	1 925,00	19,60%
05/05/2008	00018	RRRR	5 710,00	19,60%
05/01/2007	00019	SSSS	2 077,00	19,60%
31/12/2007	00020	TTTT	4 431,00	19,60%

Figure 10–1 La même table de factures stockée dans deux fichiers textes de formes différentes.

- Dans les fichiers texte du deuxième type, les données d'un même enregistrement sont séparées par un caractère spécifique. La plupart du temps, il s'agit d'une tabulation (figure 10-1, deuxième tableau) ou d'un point-virgule. Dans un tel format, il est courant que les lignes n'aient pas le même nombre de caractères.

Lorsque vous ouvrez un fichier texte à partir d'Excel, un *Assistant Importation de texte* s'active automatiquement.

1 Ouvrez Excel.

2 Choisissez *Fichier>Ouvrir* et, sous Excel 2013, cliquez sur l'emplacement du fichier à

ouvrir dans la partie gauche de l'écran, puis sur le répertoire concerné dans la partie droite. Dans les deux environnements, vous pouvez également presser les touches *Ctrl+F12* (ou *Ctrl+FN+F12*). Utilisez ensuite la liste déroulante située dans le coin inférieur droit de la boîte de dialogue pour sélectionner le type *Tous les fichiers (*.*)*.

3 Sélectionnez le nom du fichier texte et cliquez sur *Ouvrir*. La première étape de l'*Assistant Importation de texte* apparaît.

Étape 1 : préciser la nature du fichier texte

C'est à la première étape que vous devez préciser la nature du fichier texte en cours d'ouverture : *Largeur fixe* ou *Délimité*.

> **COMPRENDRE Rôle de l'Assistant Importation de texte**
>
> À travers une procédure en trois étapes, cet assistant vous invite à préciser les paramètres permettant à Excel d'interpréter au mieux les données importées. Comme le montre la figure 10-1, la difficulté du passage d'un fichier texte à un fichier Excel est de créer les ruptures dans chaque ligne afin que toutes les données d'une même rubrique se retrouvent rassemblées dans une seule colonne. Autrement dit, la tâche consiste à introduire une séparation pour que les dates de factures se retrouvent dans la même colonne, ainsi que les cinq rubriques de la table de factures. La première étape de l'assistant est fondamentale car elle va orienter Excel vers le type *Largeur fixe* ou *Délimité*.

Outre la nature du fichier ouvert, c'est également à cette étape que vous pouvez préciser le numéro de la ligne à partir de laquelle vous désirez importer les données, ainsi que l'origine du fichier. Si Excel n'affiche pas la bonne option (*alphabet occidental – Windows* ou *Windows (ANSI)* par exemple), modifiez son choix et cliquez sur *Suivant*.

Étape 2 : organiser les colonnes du fichier texte

À partir d'un fichier texte de type Largeur fixe

En important le fichier présenté figure 10-1 (premier tableau), Excel propose un arrangement des colonnes dont le résultat n'est pas concluant. En effet, les graduations choisies pour placer les séparateurs de colonnes ne sont pas idéales (il ne sépare pas les dates des numéros de factures et coupe les montants en deux). Vous pouvez les déplacer par cliquer-glisser, en ajouter en cliquant au niveau des graduations, ou encore les supprimer par des doubles-clics. Au final, vous devez vous retrouver avec des curseurs aux graduations `10`, `15`, `30` et `43`, qui reproduisent la taille des rubriques initiales (10, 5, 15 et 13). Après ces quelques mises au point, vous voilà prêt à passer à l'étape suivante.

> **CONSEIL Consultez l'auteur du fichier**

Lorsque vous recevez un fichier et que vous avez des doutes sur l'emplacement des séparateurs, n'hésitez pas à demander à l'auteur du fichier le dessin de la base afin de connaître exactement la taille des rubriques.

À partir d'un fichier texte de type Délimité

À cette étape, en important le fichier présenté figure 10-1 (deuxième tableau), Excel demande d'identifier les caractères devant être interprétés comme séparateurs de rubriques. Il est possible d'en cocher plusieurs simultanément. Vous pouvez même importer un fichier hors des standards habituels et cliquer sur *Autre* pour saisir un séparateur original.

Étape 3 : modifier le format des colonnes du fichier texte

À la troisième et dernière étape, précisez le format dans lequel les colonnes doivent être importées. Par défaut, elles sont toutes au format standard. Si vous les laissez dans cette configuration, c'est Excel qui analyse leur contenu au moment de l'import et qui identifie textes, valeurs numériques et dates. Si vous craignez qu'il se trompe dans son analyse, précisez vous-même le format dans lequel vous souhaitez que les diverses rubriques soient importées.

	A	B	C	D	E
1	Date	N°	Client	Montant H.T.	%TVA
2	24/12/2007	00001	AAAA	4 535,00	19,60%
3	15/09/2007	00002	BBBB	4 479,00	19,60%
4	29/06/2007	00003	CCCC	3 374,00	19,60%
5	09/03/2007	00004	DDDD	4 475,00	19,60%
6	18/02/2008	00005	EEEE	5 039,00	19,60%
7	05/01/2007	00006	FFFF	2 610,00	19,60%
8	05/05/2008	00007	GGGG	5 632,00	19,60%
9	08/10/2007	00008	HHHH	3 442,00	19,60%
10	12/11/2006	00009	IIII	4 565,00	19,60%
11	01/04/2008	00010	JJJJ	2 587,00	19,60%
12	07/11/2006	00011	KKKK	1 518,00	19,60%
13	01/02/2007	00012	LLLL	3 098,00	19,60%
14	21/09/2007	00013	MMMM	3 351,00	19,60%
15	31/10/2006	00014	NNNN	4 619,00	19,60%
16	08/10/2007	00015	OOOO	2 056,00	19,60%
17	11/03/2007	00016	PPPP	4 156,00	19,60%
18	14/02/2008	00017	QQQQ	1 925,00	19,60%
19	06/11/2007	00018	RRRR	5 710,00	19,60%
20	11/07/2007	00019	SSSS	2 077,00	19,60%
21	18/06/2007	00020	TTTT	4 431,00	19,60%
22					

Figure 10–2 Résultat de l'import dans un classeur Excel.

Dans notre exemple, la deuxième colonne présente une ambiguïté. Sans précaution particulière, Excel va importer des valeurs numériques (1, 2, etc.) en abandonnant les zéros non significatifs. Pour les conserver, il faut attribuer à la colonne le format *Texte*.

1 Sélectionnez la colonne *N°* en cliquant sur la tête de colonne.

2 Cochez l'option *Texte*.

Dès que vous cliquez sur le bouton *Terminer*, Excel ouvre un classeur, y place le contenu

du fichier texte choisi au début de la procédure et lui applique les paramètres modifiés aux trois étapes de l'assistant.

Bien interpréter les dates stockées dans le fichier texte

Dans certaines bases de données, les dates sont stockées sous forme de chaînes de six caractères (jour, mois, année) dans un ordre variable. Ainsi, le `7 août 2010` peut être consigné indifféremment par `100807`, `070810` ou encore `080710`. Si vous n'indiquez pas à Excel les bons paramètres à prendre en compte, l'import des dates de votre fichier risque de donner des résultats très fantaisistes. L'étape 3 de l'assistant d'importation sert à régler ces paramètres.

Si l'on tente d'importer le fichier présenté figure 10-3 sans précaution particulière, les données récupérées sous Excel sont incohérentes.

Dates1	Dates2	Dates3
100807	070810	080710
100808	080810	080810
100809	090810	080910
100810	100810	081010
100811	110810	081110
100812	120810	081210
100813	130810	081310
100814	140810	081410
100815	150810	081510
100816	160810	081610
100817	170810	081710
100818	180810	081810

Figure 10–3 Fichier texte que l'on cherche à importer dans Excel.

Pour que l'importation se déroule convenablement, procédez ainsi :

1 Ouvrez Excel.

2 Pressez simultanément les touches *Ctrl+F12* (ou *FN+Ctrl+F12*) et ouvrez le fichier texte.

3 Passez les deux premières étapes en cliquant sur les bonnes options.

4 À la troisième étape, sélectionnez la première colonne, cliquez sur *Date* et choisissez *AMJ* dans la liste déroulante disponible à côté.

5 Faites de même pour la deuxième colonne en choisissant *JMA*.

6 Enfin, choisissez *MJA* pour la troisième colonne et cliquez sur *Terminer*.

Le problème délicat du séparateur de décimale lors de l'import d'un fichier texte

Si vous récupérez des tableaux de nombres décimaux à partir d'un site web, vous risquez

de vous heurter au problème de la virgule qui n'est pas le séparateur le plus courant. L'exemple que nous prenons ici rassemble la liste des cours d'un titre coté en bourse entre octobre 2006 et 2008.

1 À partir de la boîte de dialogue *Ouvrir*, sélectionnez le fichier contenant les données du site exploré. L'*Assistant Importation de texte* se lance.

2 Si vous passez les trois étapes sans prendre de précautions particulières, vous récupérez les données telles qu'elles sont présentées figure 10-4.

	A	B	C	D	E
7	03/10/2006	123.20	125.50	123.20	125.00
8	04/10/2006	125.00	125.00	117.00	124.30
9	05/10/2006	124.60	124.60	119.10	120.00
10	06/10/2006	120.10	120.10	116.10	118.50
11	09/10/2006	118.50	120.00	116.60	120.00
12	10/10/2006	118.50	124.50	117.40	124.00
13	11/10/2006	124.00	124.00	123.00	124.00
14	12/10/2006	124.00	124.00	121.00	123.00
15	13/10/2006	123.00	123.00	122.50	123.00
16	16/10/2006	123.00	123.00	122.10	123.00
17	17/10/2006	123.00	123.00	122.00	122.80
18	18/10/2006	122.00	123.00	122.00	122.30

Figure 10–4 Toutes les valeurs sont importées avec un séparateur point et non un séparateur virgule.

Avec un séparateur point dans un univers où seule la virgule est reconnue, vous ne pouvez pas utiliser vos données pour faire des calculs. Pour régler ce problème, vous disposez de plusieurs méthodes :

- modifier les paramètres de l'assistant ;
- utiliser la commande de recherche remplacement ;
- ne pas utiliser les séparateurs système.

Cette liste n'est pas exhaustive mais décrit les méthodes les plus rapides.

Modifier les paramètres de l'assistant Importation de texte

1 Ouvrez le fichier et passez les deux premières étapes de l'assistant.

2 À la troisième, cliquez sur la tête de la deuxième colonne, puis pressez la touche *Maj* tout en cliquant sur la tête de la cinquième colonne. Les quatre colonnes sont sélectionnées.

3 Cliquez sur le bouton *Avancé*.

4 Dans la liste *Séparateur de décimale*, choisissez le point (.) et cliquez sur *OK*. Vous troquez la virgule pour le point. En effet, il s'agit ici d'indiquer le séparateur utilisé dans le fichier importé et non celui de l'environnement standard d'Excel.

5 Cliquez sur *Terminer*. Le résultat obtenu est présenté figure 10-5.

	A	B	C	D	E
7	03/10/2006	123,2	125,5	123,2	125
8	04/10/2006	125	125	117	124,3
9	05/10/2006	124,6	124,6	119,1	120
10	06/10/2006	120,1	120,1	116,1	118,5
11	09/10/2006	118,5	120	116,6	120
12	10/10/2006	118,5	124,5	117,4	124
13	11/10/2006	124	124	123	124
14	12/10/2006	124	124	121	123
15	13/10/2006	123	123	122,5	123
16	16/10/2006	123	123	122,1	123
17	17/10/2006	123	123	122	122,8
18	18/10/2006	122	123	122	122,3

Figure 10–5 En ayant modifié les paramètres de l'étape 3, Excel importe les données sous un format autorisant les calculs.

Lancer un recherche-remplacement une fois le fichier texte importé

La section précédente présente une méthode pour régler, en amont, le problème du séparateur de décimale. Si vous ne l'avez pas mise en œuvre et avez ouvert votre fichier avec des séparateurs points, il est encore temps d'agir. Utilisez la commande de recherche remplacement dans toutes les cellules contenant les valeurs numériques afin de remplacer le point par une virgule.

1 Une fois le fichier ouvert dans Excel, sélectionnez la plage *B7:E517*.

2 Pressez les touches *Ctrl+H*. Dans la case *Recherche*r, saisissez . et dans la case *Remplacer par*, saisissez , . Cliquez sur *Remplacer tout*. À l'issue de sa tâche, Excel vous informe du nombre de remplacements effectués.

3 Cliquez sur *OK* puis sur *Fermer*.

Déconnecter Excel des séparateurs système une fois le fichier texte importé

Par défaut, Excel utilise les séparateurs en vigueur dans le système d'exploitation, mais vous pouvez les déconnecter pour disposer du point comme séparateur de décimale.

1 Ouvrez Excel.

2 Sélectionnez *Fichier>Options>Options avancées*.

3 Dans la partie droite de la boîte de dialogue, accédez à la section *Options d'édition*. Décochez la case *Utiliser les séparateurs système* et saisissez un point dans la case *Séparateur de décimale*.

4 Cliquez sur *OK*.

5 Pressez les touches *Ctrl+F12* (ou *FN+Ctrl+F12*) pour afficher la boîte de dialogue *Ouvrir* et ouvrez le fichier texte. Passez les trois étapes de l'assistant d'importation sans spécifier de paramètre particulier. Les valeurs sont importées avec un séparateur point, mais comme cette fois les points sont « officiellement » séparateurs de décimales, elles sont interprétées comme des nombres décimaux et peuvent être

directement utilisées dans des calculs.

6 Si ces points vous dérangent, vous pouvez même revenir aux virgules en retournant dans les *Options avancées* et en cochant à nouveau la case *Utiliser les séparateurs système*. Tous les points sont instantanément remplacés par des virgules.

ATTENTION Changement pour tous les classeurs

Le choix d'un autre type de décimale affecte tous les classeurs et, désormais, les virgules ne sont plus reconnues comme séparateurs. Pour utiliser à nouveau les virgules, vous devez retourner dans les options avancées et cocher la case *Utiliser les séparateurs système*.

Un dernier recours : la commande Convertir

Si votre import ne s'est pas bien déroulé, vous avez droit à une « session de rattrapage » avec la commande *Convertir* (*Données>Outils de données*). Repartez de l'import obtenu figure 10-4 et bénéficiez à nouveau de l'assistant en cliquant sur le bouton *Convertir*.

ATTENTION Travail à partir de la sélection d'une colonne unique

La commande *Convertir* refuse de se déclencher si vous sélectionnez plus d'une colonne. Pour transformer les quatre colonnes du fichier, il faudra donc répéter la même opération quatre fois.

1 Sélectionnez la colonne *B*.

2 Choisissez *Données>Outils de données>Convertir*.

3 Passez les deux premières étapes de l'assistant.

4 À la troisième étape, cliquez sur le bouton *Avancé*.

5 Choisissez le point (.) dans la liste *Séparateur de décimale* et cliquez sur *OK*.

6 Cliquez sur *Terminer*.

7 Répétez les étapes 1 à 6 pour les colonnes *C*, *D* et *E*.

La commande *Convertir* permet également de répartir le contenu d'une colonne sur plusieurs. Dans une table d'adresses, si le code postal et le nom de la ville sont rangés au sein d'une même colonne, il peut être intéressant d'éclater celle-ci et de disposer ainsi des codes postaux d'un côté et des noms de villes de l'autre.

1 Assurez-vous que la colonne située juste à droite de celle que vous souhaitez transformer est vide.

2 Sélectionnez la colonne à transformer.

3 Choisissez *Données>Outils de données>Convertir*.

4 Passez la première étape et, à la deuxième, cochez la case *Espace*. Un séparateur de colonne apparaît entre les codes postaux et les villes. Cliquez sur *Suivant*.

5 À la troisième étape, sélectionnez la première colonne et choisissez l'option *Texte* (afin de conserver les zéros non significatifs pour les codes comme `01250`). Cliquez sur *Terminer*.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Le remplissage instantané

La commande *Convertir* peut être évitée grâce au remplissage instantané. Dans l'exemple présenté figure 10-6, une liste de prénoms et de noms a été importée dans une colonne unique. Pour isoler les prénoms :

1. Saisir `Basile` en *B1*, puis `Geneviève` en *B2*.
2. Quand on saisit le `O` de `Odilon` en *B3*, Excel affiche, en transparence, à la suite de la cellule *B3*, la liste de tous les prénoms isolés qu'il a devinés en s'inspirant du contenu de la colonne *A*. Il suffit de presser la touche *Entrée* pour récupérer cette liste dans les cellules de la colonne *B*.

Vous remarquerez que ces prénoms étaient, pour la plupart, saisis avec une utilisation fantaisiste des majuscules et des minuscules. Vous pouvez reproduire, en colonne *C*, une procédure comparable à celle que vous avez suivie en colonne *B*.

1. Commencez par recopier de la colonne *B* à la colonne *C* les trois premières cellules correctement orthographiées.
2. Saisissez `Édouard` en *B4*, puis `Mélaine` en *B5*. Lorsque vous commencez à saisir `Raymond` en B6, Excel propose à nouveau, en transparence, la liste des prénoms suivants avec, cette fois-ci, un usage correct des minuscules et des majuscules.
3. Pressez la touche *Entrée* pour récupérer votre liste de prénoms correctement orthographiée.

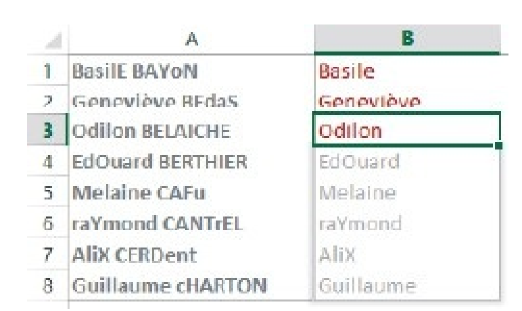


Figure 10–6 Il suffit de saisir les deux premiers prénoms pour qu'Excel comprenne qu'il doit isoler, à la suite de cette saisie, tous les autres prénoms de la liste.

Transformer les données d'un fichier importé

Pour importer correctement des fichiers texte dans Excel, nous avons mis en œuvre l'assistant d'importation, l'assistant de conversion et la commande de recherche-remplacement. Une fois importés, vous pouvez peaufiner votre résultat en mettant à contribution les 24 (Excel 2010) ou 27 (Excel 2013) fonctions de texte.

À quoi servent les fonctions de texte ?

Ces fonctions rendent des services très variés. Elles sont capables de renvoyer un caractère à partir de son code ASCII, de convertir un texte entier en majuscules ou en minuscules, d'extraire quelques mots d'une longue chaîne de caractères, d'assurer des conversions entre formats de texte et formats de nombre et, enfin, de « nettoyer » un texte en le purgeant de ses caractères non imprimables. Toutes ces fonctions sont très pratiques pour remettre de l'ordre dans des données qui ne se présenteraient pas sous une forme idéale pour leur exploitation.

Encoder les caractères

RAPPEL Comprendre l'encodage des caractères

Pour mieux appréhender ces quatre fonctions, consultez, au début de ce chapitre, l'aparté intitulé « Les normes d'encodage des caractères ».

Tableau 10–1 Caractères, norme ACSII et texte UNICODE

Fonction	Description
CAR	Cette fonction utilise un seul argument : un nombre entier compris entre 1 et 255, qu'elle interprète comme un code ASCII dont elle renvoie le caractère correspondant. Si l'argument est un nombre décimal, Excel le tronque à sa valeur entière.
CODE	Cette fonction utilise un seul argument : un caractère, dont elle renvoie le code ASCII. Si l'argument est une chaîne de caractères, la fonction ne prend en compte que le premier.
UNICAR	Cette fonction utilise un seul argument : un nombre entier compris entre 1 et 178 205, qu'elle interprète comme un code UNICODE dont elle renvoie le caractère correspondant. Si l'argument est un nombre décimal, Excel le tronque à sa valeur entière. De 1 à 255, exception faite de la fourchette 128-159, *UNICAR* renvoie le même résultat que *CAR*. **Nouveauté Excel 2013**.
UNICODE	Cette fonction utilise un seul argument : un caractère, dont elle renvoie le code UNICODE. Si l'argument est une chaîne de caractères, la fonction ne prend en compte que le premier. **Nouveauté Excel 2013**.

	CAR	CODE	UNICAR	UNICODE
Syntaxe	=CAR(D5)	=CODE(E6)	=UNICAR(F5)	=UNICODE(G6)
Arguments				
Nombre	137		296	
Caractère		‰		Ĩ
Résultat	‰	137	Ĩ	296

Figure 10–7 Mise en œuvre des fonctions CAR, CODE, UNICAR et UNICODE.

Transformer des majuscules en minuscules et inversement

Une base de données peut être alimentée par plusieurs utilisateurs. Si aucune règle de saisie n'a été fixée, certains entreront des majuscules quand d'autres utiliseront des minuscules. Les fonctions *MAJUSCULE*, *MINUSCULE* et *NOMPROPRE* sont très pratiques pour conférer à votre table un aspect plus homogène.

Tableau 10–2 Majuscules et minuscules

Fonction	Description
MAJUSCULE	Cette fonction utilise un seul argument : une chaîne de caractères qu'elle renvoie en majuscules.
MINUSCULE	Cette fonction réalise le même genre de transformation que la fonction *MAJUSCULE*, mais le résultat obtenu est entièrement en minuscules.
NOMPROPRE	Le résultat obtenu avec cette fonction est le même qu'avec *MINUSCULE* à l'exception des premières lettres de chaque mot, qui sont en majuscules.

	MAJUSCULE	MINUSCULE	NOMPROPRE
Syntaxe	=MAJUSCULE(D5)	=MINUSCULE(E5)	=NOMPROPRE(F5)
Arguments			
Texte	CaRaCtÈrEs	CaRaCtÈrEs	CaRaCtÈrEs
Résultat	CARACTÈRES	caractères	Caractères

Figure 10–8 Mise en œuvre des fonctions MAJUSCULE, MINUSCULE et NOMPROPRE.

Convertir des valeurs numériques en format texte et inversement

Les sept fonctions *TEXTE*, *CNUM*, *VALEURNOMBRE*, *BAHTTEXT*, *CTXT*, *T* et *FRANC* (sous Excel 2010) ou *DEVISE* (sous Excel 2013) convertissent des valeurs numériques en format texte et inversement.

La fonction *TEXTE* utilise deux arguments : une valeur numérique (premier argument) qu'elle renvoie mise en forme selon le format de nombre indiqué dans le deuxième argument. Elle est particulièrement intéressante dans les expressions utilisant l'opérateur

de concaténation *&* (voir la figure 10-9).

Valeur stockée :	98 724,25 €
Sans utiliser la fonction TEXTE :	Vous nous devez donc la somme de 98724,25
	="Vous nous devez donc la somme de "&I13
En utilisant la fonction TEXTE :	Vous nous devez donc la somme de 98 724,25 €
	="Vous nous devez donc la somme de "&TEXTE(I13;"# ##0,00"" €""")

Figure 10–9 Dans le cadre d'une concaténation, la fonction TEXTE réalise la métamorphose nécessaire à l'affichage correct des valeurs numériques et des dates.

Elle utilise les mêmes codes que ceux de la catégorie *Personnalisé* de l'onglet *Nombre* de la boîte de dialogue *Format de cellule* (accessible par les touches *Ctrl+Maj+&*). À titre d'exemple, `=TEXTE(500,45;"# ##0,0"" £""")` renvoie `500,5 £`.

	CNUM	TEXTE	VALEUR NOMBRE	VALEUR NOMBRE
Syntaxe	=CNUM(D5)	=TEXTE(E6;E7)	=VALEUR NOMBRE(F5)	=VALEUR NOMBRE (G5;G8;G9)
Arguments				
Texte	100 000 €		100 000 €	2,345,567.98
Nombre		02/08/2013		
Format		"Paris, le " jjjj j mmmm aaaa		
Séparateur décimal				.
Séparateur groupe				,
Résultat	100 000	Paris, le vendredi 2 août 2013	100 000	2 345 567,98

Figure 10–10 Mise en œuvre des fonctions CNUM, TEXTE et VALEURNOMBRE

La fonction *CNUM* utilise un seul argument : un nombre mis en forme (et donc en format texte), dont elle renvoie la valeur numérique « pure ». À titre d'exemple, `=CNUM(50%)` renvoie `0,5` et `=CNUM("500 €")` renvoie `500`. La fonction *VALEUR.DATE* (présentée dans le chapitre 5) remplit, pour les dates, exactement le même office que la fonction *CNUM* pour les nombres.

À partir d'un nombre en format texte (premier argument), la fonction *VALEURNOMBRE* renvoie une valeur numérique, dépouillée de toute mise en forme. Si vous ne précisez pas les deuxième et troisième arguments, la fonction prend en compte les paramètres régionaux actifs (a priori, la virgule comme séparateur décimal et l'espace comme séparateur de groupe). Si la valeur exprimée en format « texte » utilise d'autres séparateurs, vous pouvez les indiquer dans les deuxième et troisième arguments. `Nouveauté Excel 2013`.

	CTXT	FRANC	DEVISE	BAHTTEXT
Syntaxe	=CTXT (D5;D6;D7)	=FRANC (E5;E6)	=DEVISE (F5;F6)	=BAHTTEXT (G6)
Arguments				
Nombre	25478,677	25478,677	25478,677	
Décimales	1	1	1	9
Logique Espace	FAUX			
Résultat	25 478,7	25 478,7 €	25 478,7 €	เก้าบาทถ้วน

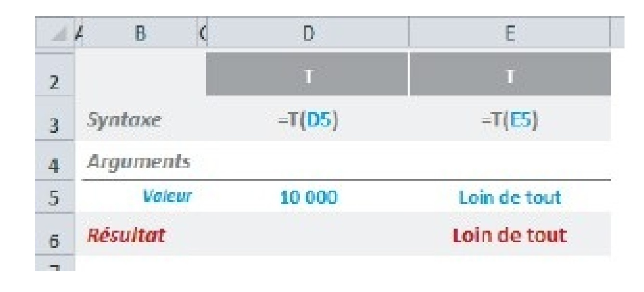
Figure 10–11 Mise en œuvre des fonctions CTXT, BAHTTEXT et FRANC (sous Excel 2010) ou DEVISE (sous Excel 2013).

Tableau 10–3 Conversions, arrondis et devises

Fonction	Description
CTXT	Cette fonction renvoie une valeur numérique arrondie et dotée de séparateurs de milliers. Elle utilise trois arguments. La valeur entière indiquée dans le deuxième argument sert à préciser le niveau d'arrondi à appliquer au nombre (premier argument). Le troisième argument (`VRAI` ou `FAUX`) indique si le nombre doit être affiché avec ou sans séparateurs de milliers.
BAHTTEXT	Cette fonction utilise un seul argument : un nombre décimal, qu'elle exprime en langue thaï en lui ajoutant le suffixe « Baht », l'unité monétaire de la Thaïlande (en rouge sur la figure 10-11).
FRANC ou *DEVISE*	Cette fonction utilise deux arguments. Elle renvoie un nombre (premier argument) arrondi en fonction de la valeur entière indiquée dans le deuxième argument. La valeur résultat est suivie du symbole € (ce qui, sous Excel 2010, n'est pas très cohérent avec le nom de la fonction !). Sous Excel 2013, la fonction *DEVISE* remplit exactement le même office. `Nouveauté Excel 2013`.

CONSEIL Comprendre les arrondis

Les mécanismes mis en œuvre pour arrondir les nombres sont expliqués en détail au début du chapitre 12. Veuillez vous y référer.



	T	T
Syntaxe	=T(D5)	=T(E5)
Arguments		
Valeur	10 000	Loin de tout
Résultat		Loin de tout

Figure 10–12 Mise en œuvre de la fonction T.

La fonction *T* utilise un seul argument. S'il s'agit d'une valeur numérique, la fonction ne renvoie rien ; si c'est un texte, la fonction renvoie ce texte.

Nettoyer les caractères de bas niveau

Suivant l'environnement d'origine du fichier importé dans Excel, il est possible que certains caractères de bas niveau ainsi que des espaces supplémentaires aient été transférés avec les données. Ces dernières sont en quelque sorte « polluées » par leur présence et ne peuvent pas être exploitées telles quelles. Elles nécessitent d'abord un « nettoyage ».

> **COMPRENDRE Caractères ASCII de bas niveau**
>
> Les caractères de bas niveau correspondent aux codes ASCII 1 à 31 (tabulation, retour chariot, saut de ligne, etc.). Ce sont les caractères non imprimables du code ASCII à 7 bits (consultez l'aparté intitulé « Les normes d'encodage des caractères » présenté au début de ce chapitre).

Tableau 10–4 Nettoyages

Fonction	Description
EPURAGE	Cette fonction utilise un seul argument : une chaîne de caractères, qu'elle retourne en en ayant éliminé tous les caractères ASCII de bas niveau.
SUPPRESPACE	Cette fonction utilise un seul argument : une chaîne de caractères, qu'elle retourne en en ayant éliminé tous les espaces superflus.

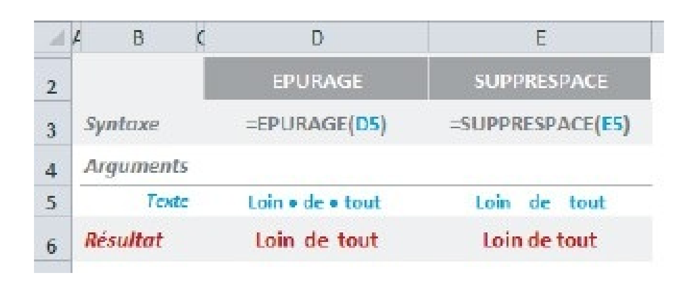


Figure 10–13 Mise en œuvre des fonctions EPURAGE et SUPPRESPACE.

Extraire des sous-chaînes de caractères

Le premier argument des trois fonctions *GAUCHE*, *DROITE* et *STXT* est une chaîne de caractères. À partir de diverses positions à l'intérieur de cette chaîne, les trois fonctions en renvoient un fragment (une « sous-chaîne »).

	DROITE	GAUCHE	STXT
Syntaxe	=DROITE(D5;D6)	=GAUCHE(E5;E6)	=STXT(F5;F7;F6)
Arguments			
Texte	Loin de tout	Loin de tout	Loin de tout
Nb. caractères	4	4	2
Car. départ			6
Résultat	tout	Loin	de

Figure 10–14 Mise en œuvre des fonctions DROITE, GAUCHE et STXT.

Tableau 10–5 Extractions

Fonction	Description
GAUCHE	À partir d'une chaîne de caractères indiquée dans le premier argument, cette fonction extrait les n premiers caractères de gauche (n étant spécifié dans le deuxième argument ; si ce dernier est décimal, Excel utilise sa valeur entière).
DROITE	À partir d'une chaîne de caractères indiquée dans le premier argument, cette fonction extrait les n derniers caractères de droite (n étant spécifié dans le deuxième argument ; si ce dernier est décimal, Excel utilise sa valeur entière).
STXT	À partir d'une chaîne de caractères indiquée dans le premier argument, cette fonction extrait n caractères (n étant spécifié dans le troisième argument) en partant du caractère dont la position est donnée dans le deuxième argument. Si les arguments deux et trois sont des nombres décimaux, Excel utilise leur valeur entière.

Rechercher des chaînes de caractères

Les deux fonctions *CHERCHE* et *TROUVE* repèrent la position d'un caractère ou d'un fragment d'une chaîne de caractères. Elles utilisent trois arguments et recherchent la présence éventuelle d'une séquence particulière (premier argument) à l'intérieur de la chaîne de caractères indiquée dans le deuxième argument. Si une telle séquence existe, elles renvoient la position de son premier caractère (à partir de la gauche). Le troisième argument indique la position à partir de laquelle la recherche doit démarrer (à partir de la gauche).

	CHERCHE	CHERCHE	CHERCHE
Syntaxe	=CHERCHE(D5;D6;D7)	=CHERCHE(E5;E6;E7)	=CHERCHE(F5;F6;F7)
Arguments			
Texte cherché	de	DE	d?
Texte	Loin de tout	Loin de tout	Loin de tout
Car. départ	1	1	1
Résultat	6	6	6

Figure 10–15 Mise en œuvre de la fonction CHERCHE.

CHERCHE et *TROUVE* ont un fonctionnement légèrement différent. En effet, la première, contrairement à la seconde, reconnaît les caractères génériques et ne tient pas compte de la casse.

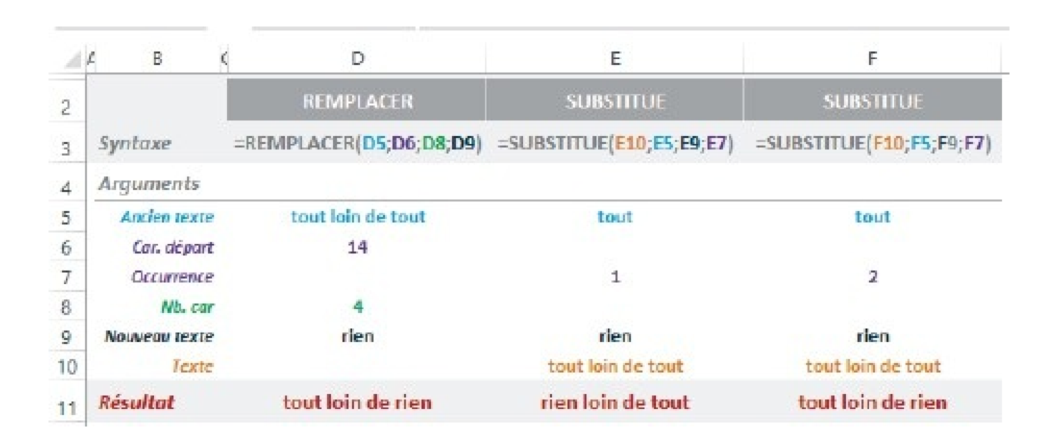


	B	D	E	F
2		TROUVE	TROUVE	TROUVE
3	Syntaxe	=TROUVE(D5;D6;D7)	=TROUVE(E5;E6;E7)	=TROUVE(F5;F6;F7)
4	Arguments			
5	Texte cherché	de	DE	d?
6	Texte	Loin de tout	Loin de tout	Loin de tout
7	Car. départ	1	1	1
8	Résultat	6	#VALEUR!	#VALEUR!

Figure 10–16 Mise en œuvre de la fonction TROUVE.

Substituer une chaîne de caractères à une autre

Dans une chaîne de caractères, les deux fonctions *REMPLACER* et *SUBSTITUE* recherchent une séquence donnée et, si elle existe, la remplacent par des caractères de substitution.



	B	D	E	F
2		REMPLACER	SUBSTITUE	SUBSTITUE
3	Syntaxe	=REMPLACER(D5;D6;D8;D9)	=SUBSTITUE(E10;E5;E9;E7)	=SUBSTITUE(F10;F5;F9;F7)
4	Arguments			
5	Ancien texte	tout loin de tout	tout	tout
6	Car. départ	14		
7	Occurrence		1	2
8	Nb. car	4		
9	Nouveau texte	rien	rien	rien
10	Texte		tout loin de tout	tout loin de tout
11	Résultat	tout loin de rien	rien loin de tout	tout loin de rien

Figure 10–17 Mise en œuvre des fonctions REMPLACER et SUBSTITUE.

Tableau 10–6 Substitutions

Fonction	Description
REMPLACER	Cette fonction utilise quatre arguments : la chaîne de caractères principale (premier argument), la position à partir de laquelle débuter la recherche (deuxième argument), la chaîne à substituer (troisième argument) et la chaîne de substitution (quatrième argument). Elle intègre à la chaîne de caractères principale la chaîne de substitution et renvoie la chaîne ainsi modifiée.
SUBSTITUE	Utilisée avec trois arguments, cette fonction recherche, dans une chaîne de caractères principale (premier argument), toutes les occurrences d’un texte (deuxième argument) pour les remplacer par un autre texte (troisième argument). Si le texte indiqué dans le deuxième argument apparaît plusieurs fois dans la chaîne de caractères principale (premier argument), vous pouvez limiter sa substitution à une seule occurrence en indiquant sa position dans un quatrième argument par une

	valeur entière (1, 2, etc.).

Répéter les caractères

La fonction *REPT* renvoie la chaîne de caractères passée dans le premier argument, répétée autant de fois que le deuxième argument l'indique (un entier positif).

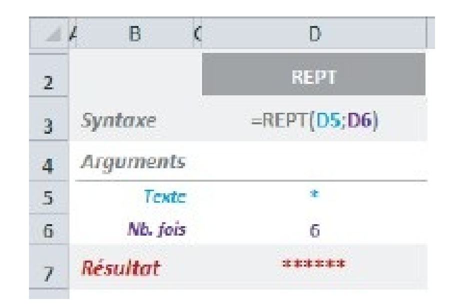


Figure 10–18 Mise en œuvre de la fonction REPT.

Dénombrer, concaténer, comparer des chaînes de caractères

Excel offre encore trois fonctions de texte qui interviennent dans des domaines très différents : *NBCAR* dénombre des caractères, *CONCATENER* les réunit et *EXACT* les compare.



Figure 10–19 Mise en œuvre des fonctions NBCAR, CONCATENER et EXACT.

Tableau 10–7 Dénombrer, concaténer, comparer

Fonction	Description
NBCAR	La fonction *NBCAR* renvoie le nombre de caractères de la chaîne passée en argument.
CONCATENER	Cette fonction renvoie ses divers arguments concaténés. Vous pouvez également utiliser l'opérateur de concaténation (`&`). À titre d'exemple, la formule `=CONCATENER("Durée du contrat : ";3;" jours")` est équivalente à la formule `="Durée du contrat : "&3&" jours"`. Les deux renvoient `Durée du contrat : 3 jours.`
EXACT	Cette fonction compare les deux chaînes de caractères passées en argument en tenant compte de la casse. Elle renvoie la valeur logique `VRAI` si elles sont égales et `FAUX` sinon.

Scinder noms et prénoms

Les fonctions de texte sont très utiles pour modifier la présentation des données collectées auprès de sources extérieures. Parfois, Excel joue même le rôle de « sas » : les données y sont récupérées, nettoyées, puis à nouveau injectées dans leur base d'origine (c'est le cas de certaines sociétés désireuses d'homogénéiser leur base de contacts Outlook).

À la figure 10-20, la colonne *A* recueille le contenu d'une rubrique de la forme `Prénom Nom` issue d'une source externe. La colonne *B* localise la position du premier espace pour estimer le nombre de caractères du prénom et les extraire à l'aide de la fonction *GAUCHE*. La fonction *NOMPROPRE* peaufine le tout pour présenter les prénoms dans une casse homogène (voir également, un peu plus haut, l'aparté intitulé « Le remplissage instantané »).

	A	B	C	D
1	Nom récupéré	Prénom	Nom	Concaténation
2	BasilE BAYoN	Basile	BAYON	BAYON Basile
3	Geneviève BEdaS	Geneviève	BEDAS	BEDAS Geneviève
4	Odilon BELAICHE	Odilon	BELAICHE	BELAICHE Odilon
5	EdOuard BERTHIER	Edouard	BERTHIER	BERTHIER Edouard
6	Melaine CAFu	Melaine	CAFU	CAFU Melaine
7	raYmond CANTrEL	Raymond	CANTREL	CANTREL Raymond
8	AliX CERDent	Alix	CERDENT	CERDENT Alix
9	Guillaume cHARTON	Guillaume	CHARTON	CHARTON Guillaume

=NOMPROPRE(GAUCHE(A2;CHERCHE(" ";A2)-1))

=MAJUSCULE(DROITE(A2;NBCAR(A2)-CHERCHE(" ";A2)))

=C2&" "&B2

Figure 10–20 Des noms et des prénoms scindés, nettoyés et à nouveau concaténés.

La colonne *C* recueille la taille des divers noms en soustrayant la position du premier espace au nombre de caractères total. Le résultat est utilisé dans la fonction *DROITE* pour extraire chaque nom, et la fonction *MAJUSCULE* peaufine le tout pour les présenter dans une casse homogène. Enfin, la colonne *D* réunit à nouveau nom et prénom, séparés par un espace.

Isoler une valeur numérique pour faire des calculs

À la figure 10-21, les colonnes *A* et *B* représentent des rubriques issues d'une source externe. Les données situées en colonne *B* sont en format texte, ce qui les rend impropres aux calculs.

	A	B	C
1	Immeuble	Surface totale	m²
2	Immeuble 01	856 m²	856
3	Immeuble 02	3 233 m²	3 233
4	Immeuble 03	5 795 m²	5 795
5	Immeuble 04	3 987 m²	3 987
6	Immeuble 05	4 157 m²	4 157
7	Immeuble 06	3 930 m²	3 930
8	Immeuble 07	4 291 m²	4 291
9	Immeuble 08	8 370 m²	8 370
10			
11	=CNUM(GAUCHE(B2;CHERCHE("m";B2)-2))		

Figure 10–21 Nombres isolés de leur chaîne de caractères, puis convertis dans un format numérique.

En colonne *C*, on cherche à isoler ces valeurs numériques. Pour cela, la méthode consiste à s'appuyer sur un caractère commun à toutes les cellules. Par exemple, la lettre `m`, toujours positionnée à deux caractères du premier chiffre, est présente dans chaque ligne. On utilise donc la position de cette dernière comme argument de la fonction *GAUCHE* pour isoler tous les chiffres. Le résultat de la fonction *GAUCHE* étant renvoyé en format texte, il reste simplement à imbriquer la formule dans la fonction *CNUM*.

Connecter Excel à des bases de données

En général, les données sont stockées dans des bases. Un peu plus haut, nous avons vu comment les exporter dans des fichiers texte afin de les importer ensuite dans Excel. Toutefois, vous n'êtes pas obligé de passer par un fichier texte et vous pouvez vous contenter d'établir une passerelle entre Excel et la base. Cette connexion présente trois avantages :

- Vous bénéficiez de mises à jour instantanées (la connexion permet de lire directement dans la base et de prendre en compte les dernières modifications).
- Vous pouvez définir des filtres de manière à n'importer que les données nécessaires à votre analyse.
- Grâce aux tableaux croisés dynamiques, vous n'êtes pas contraint d'importer les données elles-mêmes. Vous obtenez directement des agrégats (cumuls, moyennes, dénombrements, etc.) calculés à partir d'un seul ou de plusieurs champs de la base.

TECHNIQUE Comment Excel établit-il une connexion ?

Pour établir une connexion, Excel utilise un pilote. Ce dernier est spécifique à chaque gestionnaire de bases de données. Certains font partie de l'installation standard d'Excel et les autres peuvent être téléchargés chez l'éditeur. Les principaux pilotes fournis avec Excel sont les suivants : *dBase*, *MSAccess (ODBC)*, *MS SQL Server*, *SQL Server Analysis Services (OLAP)* et *Oracle (OLE DB)*. Lorsqu'au moment d'établir une connexion (*Données>Connexions>Connexions>Ajouter>Rechercher>Nouvelle source*), vous sélectionnez

Autres/Avancés, la boîte de dialogue *Connexions* s'affiche. Pour établir une connexion à une base de données de type Access, il suffit de mentionner le nom de la base et son chemin d'accès, mais pour une connexion à un serveur de base de données, il faut vous authentifier (nom exact du serveur, nom d'utilisateur et mot de passe).

Importer des données depuis Access

Dans les sections qui vont suivre, nous utiliserons des données stockées dans une base Microsoft Access (précisons toutefois qu'Excel peut créer des passerelles avec des sources très variées).

Importer toutes les données d'une table

1. Sélectionnez *Données>Données externes>Access*.
2. Excel ouvre le dialogue *Sélectionner la source de données*. Il active automatiquement le répertoire *Mes sources de données* situé au bout du chemin d'accès suivant : C:\Utilisateurs\<Nom utilisateur>\Mes documents.
3. Si la source de données se trouve ailleurs, utilisez la partie gauche de la boîte de dialogue pour activer le répertoire contenant la base Access que vous souhaitez exploiter (dans notre exemple, il s'agit du fichier `StationService.accdb`).
4. Sélectionnez la base et cliquez sur *Ouvrir*. Excel affiche la liste des tables et des requêtes disponibles (dans notre exemple, une seule table est disponible).
5. Sélectionnez la table et cliquez sur *OK*. Excel ouvre une nouvelle boîte de dialogue offrant le choix entre trois formes d'exploitation de ces données. Vous pouvez les importer telles quelles ou n'en présenter qu'une version synthétique dans un tableau ou un graphique croisé dynamique. Vous pouvez également choisir l'option : *Ne créer que la connexion*.

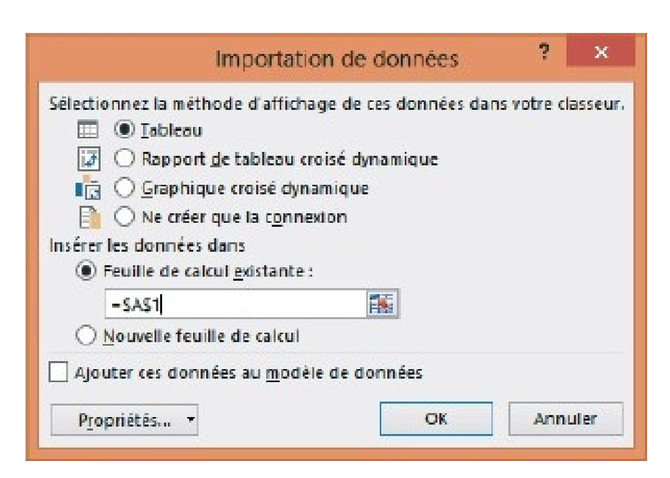


Figure 10–22 Choisissez le mode d'importation des données qui vous convient. Vous pouvez également indiquer la feuille et la cellule de destination.

6 Sélectionnez *Tableau* et cliquez sur *OK*.

	A	B	C	D
1	N°	Date et heure	Carburant Code	Carburant Clé
2	2	01/01/2010	D	D100101
3	3	01/01/2010	E	E100101
4	4	01/01/2010	D	D100101
5	5	01/01/2010	E	E100101
6	6	01/01/2010		
7	7	01/01/2010		
8	8	01/01/2010		
9	9	01/01/2010		
10	10	01/01/2010		
11	11	01/01/2010		
12	12	01/01/2010	E	E100101

Figure 10–23 En faisant ce choix, c'est toute la table que vous importez dans Excel avec ses douze rubriques et ses 400 000 lignes.

EN PRATIQUE Mise à jour des données dans Excel

Après des modifications effectuées dans Access, vous mettez à jour le classeur Excel en choisissant *Données>Connexions>Actualiser tout>Actualiser*.

Importer des données filtrées

Si vous n'avez pas besoin de l'intégralité des données de la table ou de la requête, il est inutile de surcharger inutilement votre classeur cible. Utilisez *Microsoft Query* pour définir un filtre (les étapes diffèrent légèrement de celles décrites dans la section précédente).

1 Sélectionnez *Données>Données externes>Autres sources>Provenance : Microsoft Query*.

2 La boîte de dialogue *Choisir une source de données* apparaît. Sélectionnez *MS Access Database* et cliquez sur *OK*.

3 Dans la boîte de dialogue *Sélectionner la base de données*, parcourez les répertoires pour accéder au fichier de la base, sélectionnez-le et cliquez sur *OK*.

4 À la première étape de l'*Assistant Requête (Choisir les colonnes)*, double-cliquez sur la table ou la requête à partir de laquelle vous souhaitez extraire les données (voir figure 10-24). La liste des rubriques disponibles apparaît.

5 Sélectionnez celles qui contiennent les données à exploiter dans Excel. Pour chacune, cliquez sur la flèche orientée vers la droite, de manière à ce que son nom apparaisse dans la fenêtre de droite (*Colonnes de votre requête*).

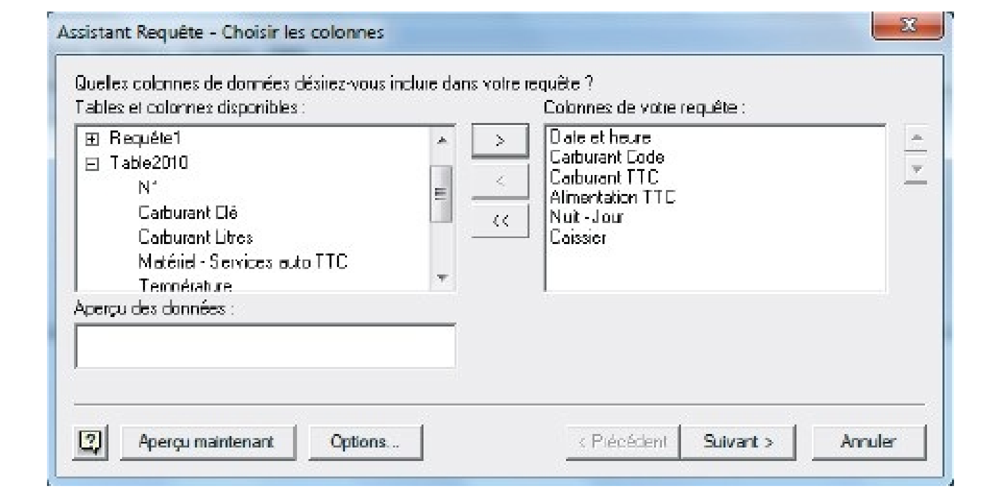


Figure 10–24 Choisir les champs à importer dans Excel.

6 Une fois les colonnes sélectionnées, cliquez sur *Suivant*. Si vous ne souhaitez pas importer la totalité des fiches, exprimez vos critères à l'étape suivante.

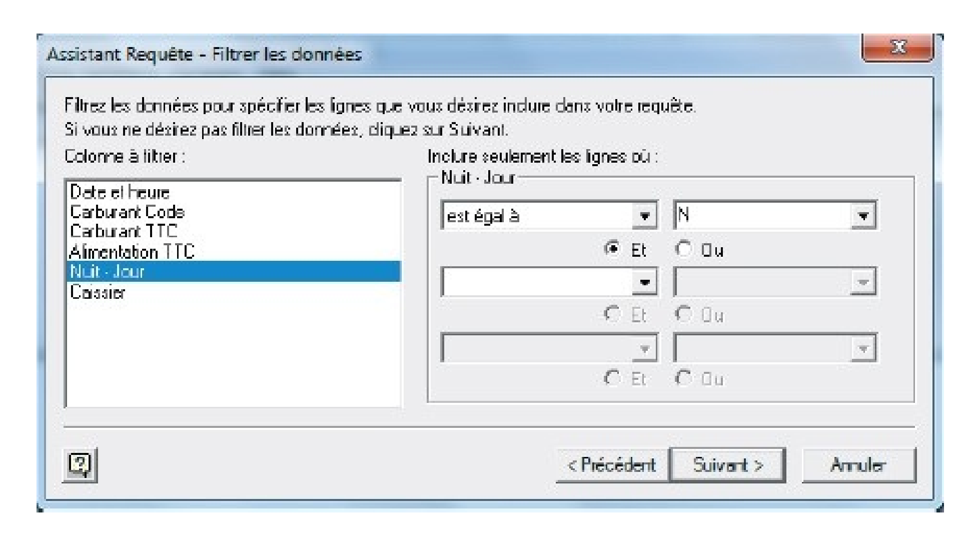


Figure 10–25 Avec ce critère, Microsoft Query n'importera que les fiches correspondant aux transactions nocturnes.

7 Une fois les critères exprimés, cliquez sur *Suivant*. Profitez de l'étape *Assistant requête – Trier* pour définir l'ordre dans lequel vous souhaitez récupérer les fiches et cliquez sur *Suivant*.

8 Si vous envisagez d'utiliser à nouveau cette requête, cliquez sur *Enregistrer la requête*. Laissez l'option *Renvoyer les données vers Microsoft Excel* cochée et cliquez sur *Terminer*.

9 La boîte de dialogue *Importation de données* (figure 10-22) vous propose de choisir la forme sous laquelle récupérer les données filtrées (*Tableau structuré*, *Rapport de tableau ou de graphique croisé dynamique*). Cliquez ensuite sur *OK*.

Utiliser une requête existante

Si vous disposez déjà de requêtes enregistrées, n'hésitez pas à les mettre en œuvre pour

récupérer plus rapidement vos données filtrées.

1 Sélectionnez *Données>Données externes>Autres sources>Provenance : Microsoft Query*.

2 Dans la boîte de dialogue *Choisir une source de données*, cliquez sur *Parcourir*. Sélectionnez le fichier de requête que vous souhaitez utiliser (`.dqy`) et cliquez sur *Ouvrir*, puis à nouveau sur *Ouvrir*.

3 Pour utiliser la requête initiale sans rien modifier, cliquez trois fois de suite sur *Suivant*, puis sur *Terminer* et enfin sur *OK*.

4 Comme dans la section précédente, les mêmes données apparaissent dans Excel sous la forme d'un tableau structuré.

Pour lancer directement une requête enregistrée, vous pouvez aussi passer par le bouton *Données>Données externes>Connexions existantes*. Cliquez ensuite sur *Rechercher*, parcourez les répertoires et ouvrez le fichier de la requête (`.dqy`). Excel présente directement le dialogue *Importation de données* (figure 10-22) et votre choix validé, vous obtenez instantanément votre import.

Exploiter le modèle de données d'Excel

Sous Excel 2013, vous avez la possibilité de mettre en place des liaisons entre des tableaux structurés, exactement comme vous le feriez entre les tables d'une base de données. La mise en place de ces jointures entre tables est grandement simplifiée grâce aux modèles de données. Il s'agit d'une nouvelle méthode permettant d'intégrer les données de plusieurs tables et de créer une source de données relationnelles au sein d'un classeur Excel.

Construire un modèle de données

Pour illustrer ce propos, partons de l'exemple simple d'un facturier impliquant trois tables :

- la table des clients avec leur adresse (feuille `Clients`) ;
- la table des factures avec le numéro de facture, l'objet, le nom du client, la date et le montant global (feuille `Fact1`) ;
- la table du détail des factures avec la liste des articles facturés, leur quantité et leur montant unitaire (feuille `Fact2`).

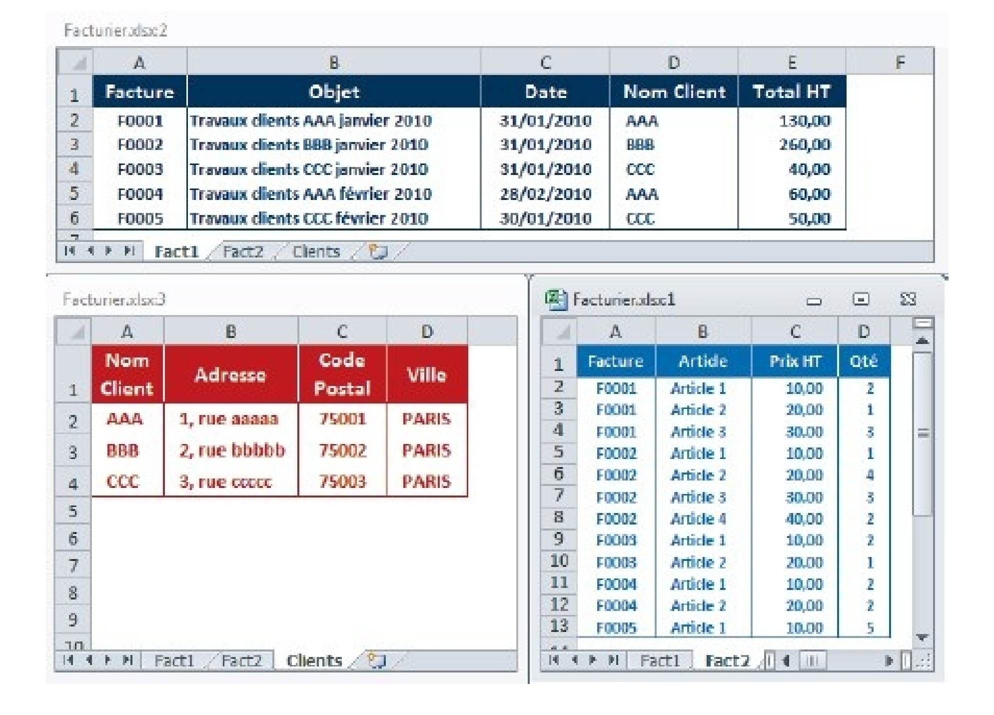


Figure 10–26 Le facturier utilise ces trois plages de cellules. Avant toute chose, elles doivent être converties en tableaux structurés. Elles sont stockées dans un même classeur.

1 Sélectionnez la plage contenant les données des clients et choisissez *Insertion>Tableaux>Tableau*. Cliquez sur *OK* pour valider la boîte de dialogue *Créer un tableau*.

2 Cliquez dans la case *Outils de tableau>Création>Nom du tableau* et baptisez-le `Table_Cli`.

3 Sélectionnez la plage contenant les données des factures et choisissez *Insertion>Tableaux>Tableau*. Cliquez sur *OK* pour valider la boîte de dialogue *Créer un tableau*.

4 Cliquez dans la case *Outils de tableau>Création>Nom du tableau* et baptisez-le `Table_Fact.`

5 Sélectionnez la plage contenant le détail des factures et choisissez *Insertion>Tableaux>Tableau*. Cliquez sur *OK* pour valider la boîte de dialogue *Créer un tableau*.

6 Cliquez dans la case *Outils de tableau>Création>Nom du tableau* et baptisez-le `Table_Det.`

7 Sélectionnez le bouton *Données>Outils de données>Relations* (qui est maintenant actif, contrairement au début de la procédure), puis choisissez *Nouveau*.

8 Commencez par créer un lien entre `Table_Fact` et `Table_Det` à travers la colonne `Facture` qui contient les numéros de factures (voir la figure 10-27).

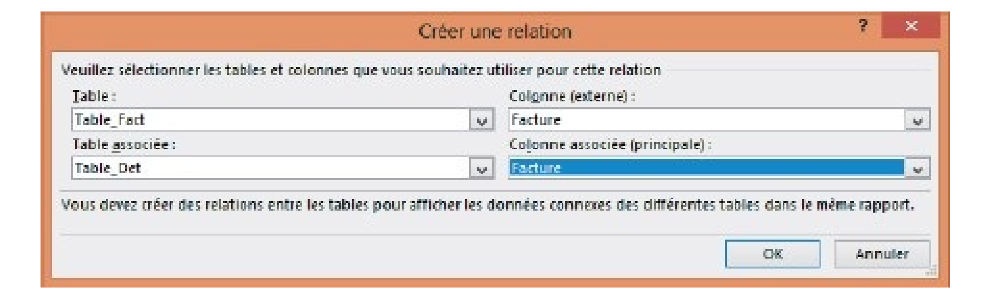


Figure 10–27 Cette jointure met en relation le numéro unique de chaque facture au sein de Table_Fact avec une multitude de lignes (les lignes de détail de la facture) au sein de Table_Det.

9 Créez ensuite un lien entre `Table_Fact` et `Table_Cli` à travers la colonne `Nom client` qui contient les noms de clients (voir la figure 10-28).

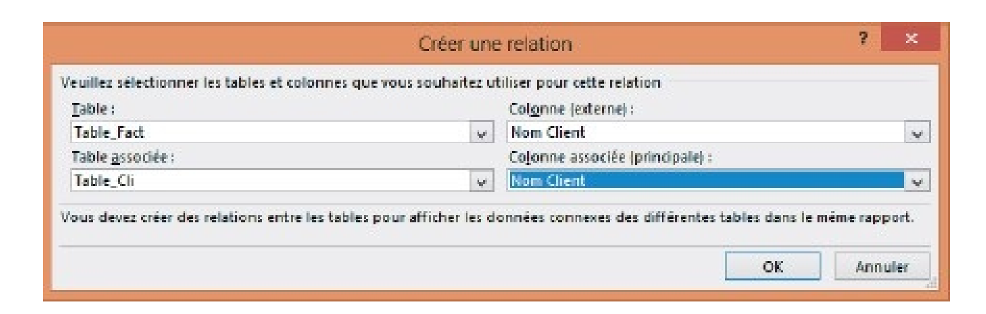


Figure 10–28 Cette jointure met en relation les coordonnées d'un client au sein de Table_Cli avec toutes les factures émises au nom de ce client au sein de Table_Fact.

Votre modèle de données est maintenant prêt à être utilisé. Vous pouvez, par exemple, construire un tableau croisé dynamique qui mixe l'intégralité des données de ces trois tables.

ASTUCE Utiliser Microsoft Query pour établir des jointures entre des tables Excel

Si vous ne disposez pas encore d'Excel 2013, vous pouvez toujours passer par Microsoft Query pour mettre en place ces jointures.
Reprenons l'exemple du facturier avec ses trois tables saisies dans trois feuilles d'un même classeur Excel et nommées respectivement `Table1`, `Table2` et `Table3`. Ces trois tables peuvent être des plages quelconques (vous n'êtes pas obligé de les transformer en tableaux structurés), mais elles doivent impérativement être nommées.

1. Ouvrez un nouveau classeur Excel.
2. Déroulez *Données>Données externes>Autres sources* et choisissez *Provenance : Microsoft Query*.
3. Dans la boîte de dialogue *Choisir une source de données*, sélectionnez *Excel Files** et cliquez sur *OK*.
4. Dans la boîte de dialogue *Sélectionner un classeur*, parcourez les répertoires pour afficher le nom du classeur contenant les tables, sélectionnez-le et cliquez sur *OK*.
5. À la première étape de l'*Assistant Requête*, faites passer tous les noms de champs dans la fenêtre de droite (pour aller plus vite, sélectionnez le nom des tables et non le nom des champs avant de cliquer sur la flèche) et cliquez sur *Suivant*.

Figure 10–29 Introduisez les champs des trois tables dans votre requête.

6. Un message d'alerte apparaît car l'*Assistant Requête* étant dans l'incapacité d'effectuer les jointures entre les tables, il vous suggère de les établir vous-même à partir de Microsoft Query. Cliquez sur *OK*.
7. Il faut définir deux jointures. Pour mettre en place la première, cliquez-glissez depuis le champ `Nom client` de la `Table1` vers le champ `Nom client` de la `Table2`. Pour la deuxième, faites de même entre le champ `Facture` de la `Table2` et celui de la `Table3`.

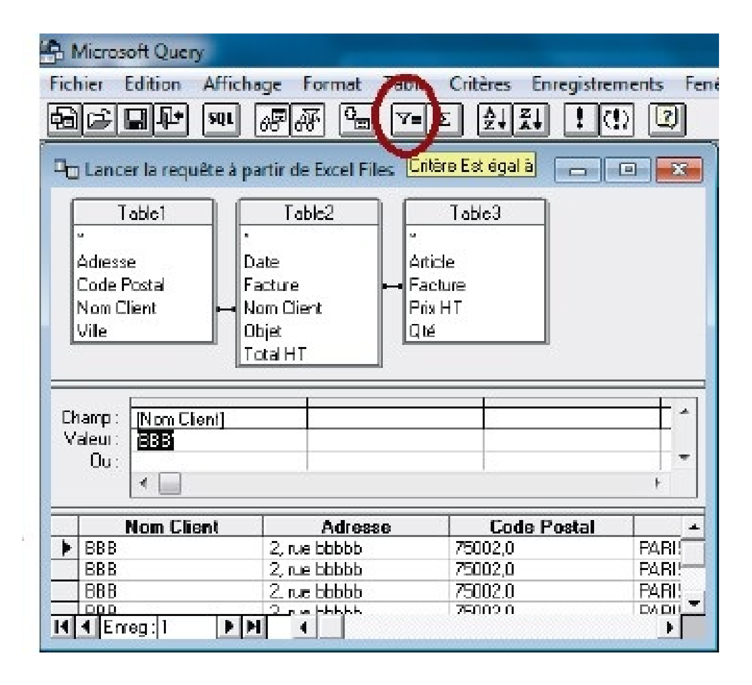


Figure 10–30 Définissez les jointures entre vos tables de données et, éventuellement, installez des filtres.

8. Une fois les jointures définies, vous pouvez peaufiner votre requête en triant le tableau obtenu. Pour cela, sélectionnez la colonne servant de clé de tri à partir de son titre (le nom de champ) et, dans la barre d'outils, cliquez sur le bouton *Trier dans l'ordre croissant* ou *Trier dans l'ordre décroissant*.
9. Affinez encore votre requête en la filtrant. Dans l'une des colonnes, sélectionnez la valeur servant à définir le filtre et, dans la barre d'outils, cliquez sur le bouton *Critère est égal à*. Un nouveau volet apparaît juste sous les tables avec l'expression de votre premier critère. Si vous souhaitez continuer de filtrer, entrez d'autres critères dans ce volet.
10. Si vous envisagez de réutiliser cette requête, cliquez sur le bouton de la barre d'outils *Enregistrer la requête*.

11.Enfin, cliquez dans la barre d'outils sur le bouton *Renvoyer les données*. La boîte de dialogue *Importation de données* apparaît à nouveau (figure 10-22) pour vous donner à choisir entre un *tableau* simple et un *tableau ou un graphique croisé dynamique*. Faites votre choix et cliquez sur *OK*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Factu	Nom Cli	Adresse	Code Posta	Ville	Objet	Date	Article	Prix	Q	Total
2	F0001	AAA	1, rue aaaaa	75001	PARIS	*Travaux clients AAA janvier 2010*	31/01/2010	Article 1	10,00	2	130,00
3	F0001	AAA	1, rue aaaaa	75001	PARIS	*Travaux clients AAA janvier 2010*	31/01/2010	Article 2	20,00	1	130,00
4	F0001	AAA	1, rue aaaaa	75001	PARIS	*Travaux clients AAA janvier 2010*	31/01/2010	Article 3	30,00	3	130,00
5	F0002	BBB	2, rue bbbbb	75002	PARIS	*Travaux clients BBB janvier 2010*	31/01/2010	Article 1	10,00	1	260,00
6	F0002	BBB	2, rue bbbbb	75002	PARIS	*Travaux clients BBB janvier 2010*	31/01/2010	Article 2	20,00	4	260,00
7	F0002	BBB	2, rue bbbbb	75002	PARIS	*Travaux clients BBB janvier 2010*	31/01/2010	Article 3	30,00	3	260,00
8	F0002	BBB	2, rue bbbbb	75002	PARIS	*Travaux clients BBB janvier 2010*	31/01/2010	Article 4	40,00	2	260,00
9	F0003	CCC	3, rue ccccc	75003	PARIS	*Travaux clients CCC janvier 2010*	31/01/2010	Article 1	10,00	2	40,00
10	F0003	CCC	3, rue ccccc	75003	PARIS	*Travaux clients CCC janvier 2010*	31/01/2010	Article 2	20,00	1	40,00
11	F0004	AAA	1, rue aaaaa	75001	PARIS	*Travaux clients AAA février 2010*	28/02/2010	Article 1	10,00	2	60,00
12	F0004	AAA	1, rue aaaaa	75001	PARIS	*Travaux clients AAA février 2010*	28/02/2010	Article 2	20,00	2	60,00
13	F0005	CCC	3, rue ccccc	75003	PARIS	*Travaux clients CCC février 2010*	30/01/2010	Article 1	10,00	5	50,00
14											

Figure 10–31 Liste des factures récupérée dans Excel à l'étape 11 de la procédure. Grâce aux deux jointures, Microsoft Query a réussi à reconstituer l'intégralité des informations de chaque facture.

Pour utiliser une requête existante, suivez les deux premières étapes de cette procédure et cliquez sur *Parcourir* pour ouvrir le fichier de la requête. Si vous n'avez aucune modification à apporter, passez rapidement les étapes de l'*Assistant Requête* (mais si vous le désirez, vous pouvez tout modifier) et importez les données dans Excel sous forme de tableau structuré ou de tableau croisé.

Utiliser un modèle de données

1 Sélectionnez une cellule quelconque dans l'une des trois tables.

2 Choisissez *Insertion>Tableaux>Tableau croisé dynamique* et validez la boîte de dialogue *Créer un tableau croisé dynamique* en cliquant sur *OK*.

3 Dans le volet qui affiche la liste des champs du tableau croisé, cliquez sur *Plus de tables*, puis sur *Oui*. Le modèle de données se charge et, à l'issue de cette procédure, vous disposez bien, dans le volet de la liste des champs, de vos trois tables avec l'ensemble de leurs champs respectifs (voir la figure 10-32).



Figure 10–32 Grâce au modèle de données, vous pouvez construire des tableaux croisés dynamiques à partir de multiples tables mises en relation.

Importer un modèle de données

Imaginons maintenant que les trois tables `Clients`, `Factures` et `Détail factures` soient stockées dans une base Access, avec une jointure sur le champ `Numéro de facture` et une autre sur le champ `Nom de client`. Si vous travaillez sous Excel 2013, vous pouvez les importer comme modèle de données, c'est-à-dire dans leur globalité (les trois tables et leurs jointures).

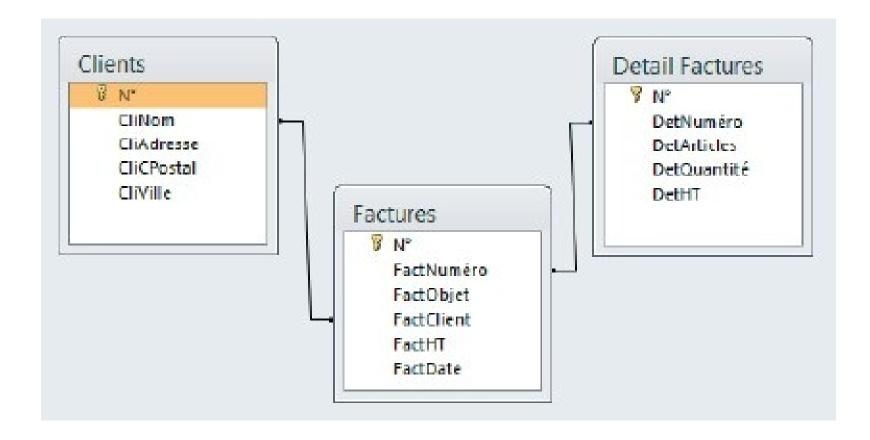


Figure 10–33 Sous le fichier Access nommé « Facturier.accdb », les trois tables sont mises en relation.

Il est possible d'importer les tables avec les relations qui les structurent, ou de vous contenter de réaliser un tableau croisé dynamique à partir d'elles.

Récupérer un modèle de données en important plusieurs tables

1 Ouvrez Excel et choisissez *Données>Données externes>Access*.

2 Parcourez les répertoires afin de trouver et d'ouvrir le fichier `Facturier.accdb`.

3 Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, cochez la case *Activer la sélection de plusieurs tables* ; cochez ensuite les trois cases `Clients`, `Factures` et `Détail factures`, puis cliquez sur *OK*.

4 Dans la boîte de dialogue qui s'affiche ensuite, sélectionnez *Tableau* et *Nouvelle feuille de calcul*, puis cliquez sur *OK*.

5 Excel importe les trois tables sous forme de trois tableaux structurés, dans trois feuilles différentes.

Créer un tableau croisé dynamique à partir du modèle de données importé

Avec les trois tableaux structurés stockés dans trois feuilles différentes de votre classeur, la réalité du modèle de données ne saute pas au yeux. Pour le visualiser, demandez l'insertion d'un tableau croisé dynamique à partir de l'une des trois tables. Un bouton *PLUS DE TABLES* est proposé dans le volet qui affiche la liste des champs. Dès que vous cliquez dessus, l'ensemble des champs des trois tables apparaît, de manière à ce que vous puissiez créer un tableau croisé dynamique faisant appel à l'intégralité de votre modèle de données.



Figure 10–34 La création d'un tableau croisé dynamique met en évidence que l'import réalisé à partir de la base Access ne se limite pas aux trois tables, mais intègre également les liaisons entre celles-ci.

ALLER PLUS LOIN Le complément PowerPivot

Afin de tirer le maximum d'avantages des modèles de données, vous pouvez utiliser le complément PowerPivot qui fait partie de l'édition Office Professionnel Plus d'Excel 2013, mais qui n'est pas activé par défaut. Pour ce faire (et uniquement si vous disposez de cette version) ;

1. Déroulez *Fichier>Options>Compléments>Gérer* et choisissez *Compléments COM*.
2. Cliquez sur *Démarrer le complément PowerPivot.*

Ce complément vous fera également bénéficier de Power View, un outil dédié à la création de rapports fondés sur des modèles de données.

Avec le complément PowerPivot, vous disposerez de plusieurs centaines de fonctions spécialisées

dans la gestion de données, fondées sur DAX, un nouveau langage. Les formules DAX ressemblent aux fonctions de calcul d'Excel. Elles permettent de définir des calculs personnalisés dans les tables PowerPivot (colonnes calculées) et les tableaux croisés dynamiques (champs calculés).

OUPS Versions d'Excel 2013 non professionnelles

Si vous utilisez une version plus basique d'Excel 2013 (en particulier, si vous n'avez acquis qu'Excel dans l'ensemble de la suite Office), oubliez ce complément que vous parviendrez sans doute à télécharger, mais jamais à installer.

Paramétrer les connexions aux bases de données

Si vous vous connectez souvent aux mêmes sources, vous avez tout intérêt à enregistrer vos connexions, de manière à pouvoir les activer plus rapidement et réduire ainsi le temps d'accès à vos données.

Utiliser une connexion

La pièce maîtresse de ce processus est la boîte de dialogue qui apparaît lorsque vous cliquez sur le bouton *Données>Données externes>Connexions existantes*. La fenêtre *Sélectionner une connexion* affiche les connexions au classeur, les fichiers de connexion au réseau ainsi que le contenu du répertoire *Mes sources de données* situé au bout du chemin d'accès C:\Utilisateurs\<Nom utilisateur>\Mes documents. Placer une requête (fichier `.dqy`) dans le répertoire *Mes sources de données* la rend instantanément visible dans la boîte de dialogue *Connexions existantes*.

1. Ouvrez un nouveau classeur.
2. Cliquez sur *Données>Données externes>Connexions existantes*.
3. Choisissez la connexion de votre choix et cliquez sur *Ouvrir*.
4. Choisissez la forme sous laquelle vous souhaitez importer les données (*tableau structuré*, *tableau* ou *graphique croisé dynamique* – voir la figure 10-22) et cliquez sur *OK*. Le fichier de connexion est copié dans le classeur en tant que nouvelle connexion de classeur et vous en récupérez les données ciblées.

Si vous ne trouvez pas votre bonheur à l'étape 3, cliquez sur *Rechercher* et parcourez les répertoires pour débusquer votre fichier de connexion. Vous pouvez également passer par *Rechercher* pour supprimer un fichier de connexion.

Créer une connexion

La procédure décrite ici peut être utilisée pour créer un fichier de connexion à la base Access `StationService.accdb`.

1. Choisissez *Données>Connexions>Connexions*.
2. Cliquez sur *Ajouter*, puis sur *Rechercher* et enfin sur *Nouvelle source*.
3. L'*Assistant Connexion de données* s'ouvre. Choisissez *DSN ODBC* et cliquez sur *Suivant.*
4. Sélectionnez *MS Access Database* et cliquez sur *Suivant*.
5. Parcourez les répertoires pour sélectionner la base à exploiter et cliquez sur *OK*.
6. Choisissez la table ou la requête qui vous intéresse et cliquez sur *Suivant*.
7. Vous pouvez modifier les quelques champs de la dernière étape de l'assistant.
8. Cliquez sur *Terminer* puis sur *Fermer*.

Dans la feuille active, vous ne récupérez aucune donnée. Vous venez simplement de définir une connexion que vous pourrez activer ultérieurement (voir la section précédente). Si vous cliquez sur le bouton *Données>Données externes>Connexions existantes*, vous constatez qu'une connexion a été créée dans le classeur et qu'un nouveau fichier de connexion de l'ordinateur (`.odc`) est désormais enregistré dans le répertoire *Mes sources de données*.

Utiliser les cubes

Les cubes sont fondés sur la technologie OLAP. En réalisant une sorte de prétraitement des données, cette technologie accélère les temps de calcul lorsque vous vous attaquez à des tables de très grande taille.

COMPRENDRE Technologie OLAP

Pour prendre des décisions stratégiques, certains responsables d'entreprises ont besoin d'étayer leur réflexion sur des chiffres issus de milliers de calculs effectués en combinant des millions de données stockées dans les tables des bases de données. L'obtention de certains résultats statistiques (cumuls, moyennes, dénombrements, etc.) nécessite des requêtes, qui, au vu des énormes volumes à traiter, deviennent gourmandes en temps et en ressources. La technologie OLAP *(On-Line Analytical Processing)* structure la mise en place d'une sorte de « prétraitement » qui évite aux responsables d'entreprise de faire appel aux données brutes, en utilisant des valeurs déjà agrégées, ce qui réduit considérablement les temps de calcul. Un cube OLAP (terme réducteur puisqu'il a l'air de limiter le concept à trois dimensions) désigne une base de données multidimensionnelle.
En résumé, OLAP englobe l'ensemble des technologies qui visent à simplifier et à accélérer les processus de décision stratégique, en autorisant un accès sécurisé à des données déjà modélisées selon des dimensions multiples.

L'exemple abordé ici a nécessité le stockage du fichier `EssaiOLAP.oqy` dans le répertoire *Queries* situé au bout du chemin C:\Utilisateurs\<Nom utilisateur>\AppData\Roaming\Microsoft.

```
QueryType=OLEDB
Version=1
CommandType=Cube
Connection=Provider=MSOLAP.2;Data Source=D:\Bases\EssaiCube1.cub;
   Initial Catalog=OCWCube;Client Cache Size=25;Auto Synch Period=10000
CommandText=OCWCube
```

Figure 10–35 Contenu du fichier .oqy qui interroge les données stockées dans le cube EssaiCube1.cub.

Exploiter un cube

1 Cliquez sur *Données>Données externes>Connexions existantes*.

2 Dans la boîte de dialogue *Connexions existantes*, sélectionnez l'une des connexions OLAP disponibles et cliquez sur *Ouvrir*.

3 La boîte de dialogue *Importation de données* s'affiche. Elle ne vous propose qu'une récupération sous forme de tableau ou de graphique croisé dynamique (l'option *Tableau structuré* n'est pas disponible). Sélectionnez l'un ou l'autre et cliquez sur *OK*. Il ne vous reste plus qu'à construire le tableau.

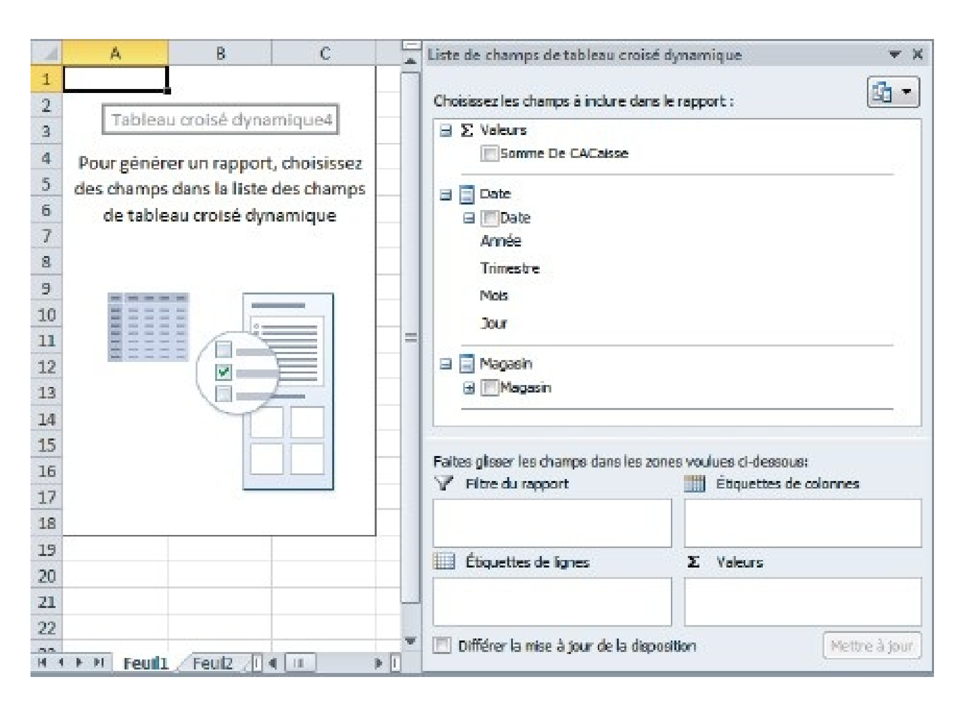


Figure 10–36 On se retrouve dans un environnement assez proche des tableaux croisés habituels, sauf que les rubriques proposées sont déjà hiérarchisées et structurées.

Créer un tableau croisé dynamique à partir d'un cube

Le principe de construction est le même qu'à partir d'une table de données. Il faut faire glisser les champs dans l'une des quatre zones du rapport, mais ici, comme ils sont déjà hiérarchisés, le résultat obtenu est légèrement différent. Par exemple, si vous faites glisser `Année` vers la zone *Étiquettes de lignes*, vous récupérez le champ `Année` avec une décomposition automatique en trimestres, mois et jours.

	A	B
1	Étiquettes de lignes	Somme De CACaisse
2	⊟1996	191 408 682
3	⊟1	47 808 585
4	⊞janvier	16 058 596
5	⊞février	15 407 001
6	⊞mars	16 342 988
7	⊞2	46 085 794
8	⊞3	48 588 214
9	⊞4	48 926 089
10	⊞1997	189 602 096
11	⊞1998	190 724 632
12	Total général	571 735 410

Figure 10–37 Suivant les champs utilisés dans le rapport, vous récupérez une hiérarchie plus ou moins longue.

Le rapport de la figure 10-37 est obtenu en faisant simplement glisser le champ `Année` vers la zone *Étiquettes de lignes* et le champ `Somme De CACaisse` vers la zone *Valeurs*.

Maîtriser les fonctions liées aux cubes

Si vous déroulez le bouton *Formules>Bibliothèque de fonctions>Plus de fonctions>Cube*, vous découvrez sept fonctions destinées à renvoyer les valeurs spécifiques d'un cube. Ces sept fonctions sont : *JEUCUBE*, *MEMBRECUBE*, *MEMBREKPICUBE*, *NBJEUCUBE*, *PROPRIETEMEMBRECUBE*, *RANGMEMBRECUBE* et *VALEURCUBE*. D'un maniement assez lourd, elles ne renvoient pas d'informations fondamentalement différentes de celles obtenues à partir d'un tableau croisé dynamique. Aussi, nous nous contenterons d'en illustrer deux (voir figure 10-38).

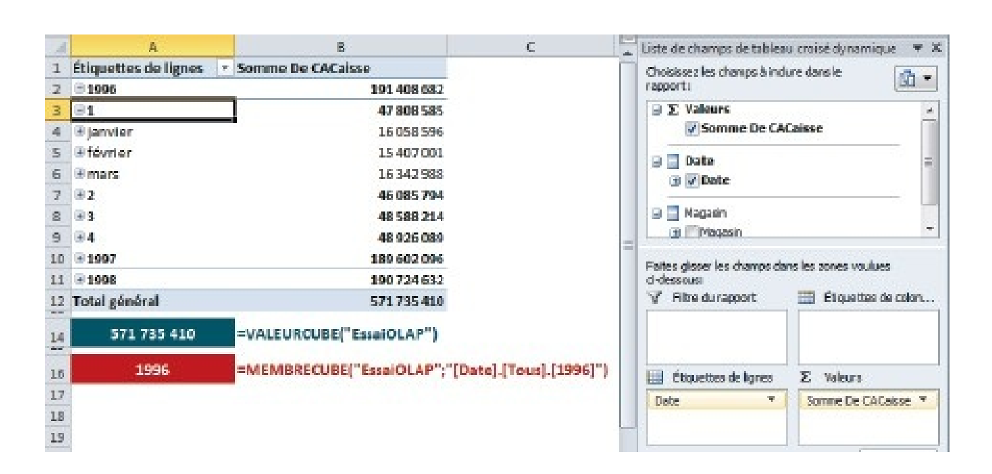


Figure 10–38 Mise en œuvre des fonctions VALEURCUBE et MEMBRECUBE.

Les fonctions présentées en *B14* et *B16* ont été entrées en *A14* et *A16*. `=VALEURCUBE("EssaiOLAP")` renvoie la valeur d'agrégation totale des champs. Ici, seul le premier argument (nom de la connexion) est défini. Préciser les arguments suivants aurait permis d'obtenir la valeur d'un membre particulier. `=MEMBRECUBE("EssaiOLAP";"[Date].[Tous].[1996]")` renvoie le nom d'un membre du cube. Utilisez cette fonction pour valider l'existence de ce membre : par exemple, si vous aviez entré la fonction

=MEMBRECUBE("EssaiOLAP";"[Date].[Tous].[1999]"), Excel aurait renvoyé #N/A.

EN PRATIQUE Convertir un tableau croisé dynamique en formules

Après avoir créé un tableau croisé dynamique à partir d'un cube, vous pouvez, par une simple conversion, l'exprimer entièrement à l'aide de fonctions cube.

1. Cliquez dans le tableau croisé dynamique.
2. Déroulez le bouton *Outils de tableau croisé dynamique>Analyse>Calculs>Outils OLAP* et choisissez *Convertir en formules*.

	A	B	C	D
1	Étiquettes de lignes		Somme De CACaisse	=MEMBRECUBE ("EssaiOLAP"; "[Measures]. [Somme De CACaisse]")
2	1996	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996]")	191 408 682	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A2;C$1)
3	1	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996].[1]")	47 808 585	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A3;C$1)
4	janvier	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996].[1].[janvier]")	16 058 596	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A4;C$1)
5	février	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996].[1].[février]")	15 407 001	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A5;C$1)
6	mars	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996].[1].[mars]")	16 342 988	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A6;C$1)
7	2	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996].[2]")	46 085 794	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A7;C$1)
8	3	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996].[3]")	48 588 214	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A8;C$1)
9	4	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1996].[4]")	48 926 089	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A9;C$1)
10	1997	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1997]")	189 602 096	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A10;C$1)
11	1998	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous].[1998]")	190 724 632	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A11;C$1)
12	Total général	=MEMBRECUBE("EssaiOLAP"; "[Date].[Tous]";"Total général")	571 735 410	=VALEURCUBE ("EssaiOLAP";$A12;C$1)

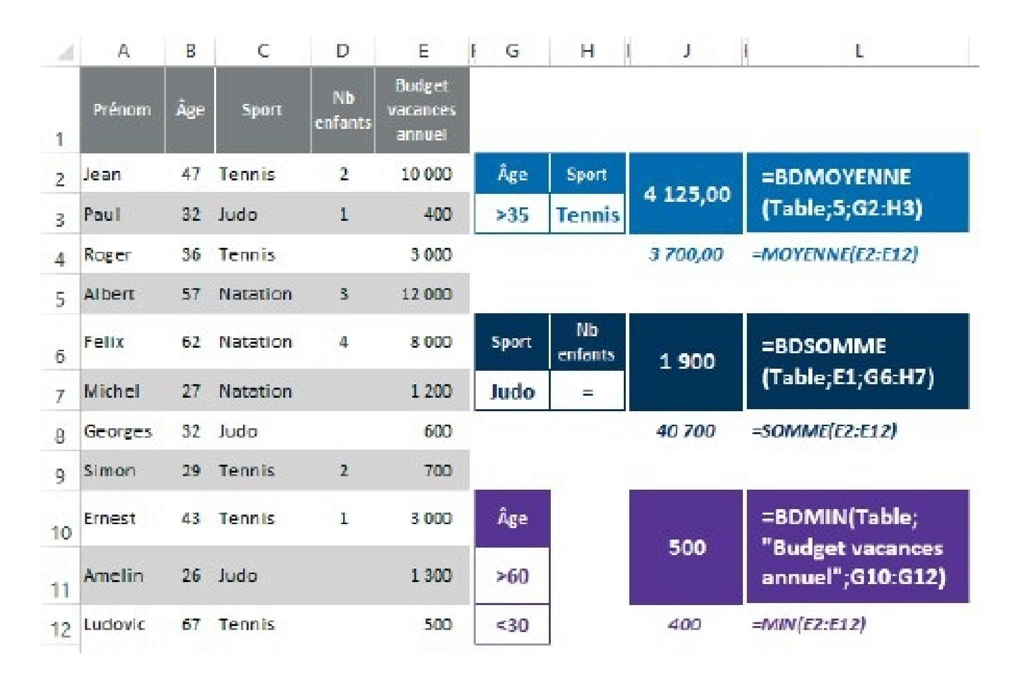
Figure 10–39 Après conversion, le tableau croisé dynamique disparaît. Chaque membre et chaque valeur est obtenu par des fonctions cube. Sur cette figure, la colonne B affiche la syntaxe des formules de la colonne A et la colonne D celle des formules de la colonne C.

Obtenir des résultats statistiques à partir des fonctions BD

Excel propose douze fonctions de la catégorie *Base de données*, reconnaissables au fait qu'elles commencent toutes par les deux lettres BD. À partir de données réunies dans une table, ces fonctions renvoient quelques résultats statistiques de base (moyenne, dénombrement, écart-type, etc.). Le troisième argument de ces fonctions désigne une zone de critères dont l'objet est d'exclure certaines données du calcul. Toutes ces fonctions utilisent les trois mêmes arguments à travers une syntaxe commune que l'on pourrait définir ainsi : =BDFONCTION(BaseDeDonnées;RubriqueDeCalcul;ZoneDeCritères).

Calculer une moyenne, une somme et un minimum

Pour calculer ces trois fonctions (*BDMOYENNE*, *BDSOMME* et *BDMIN*), nous utilisons une table de données consignant le budget de vacances annuel d'un échantillon d'individus. Elle réunit, en outre, des renseignements sur leur âge, leur pratique sportive et leur nombre d'enfants (voir figure 10-40).



	A	B	C	D	E	G	H	J	L
1	Prénom	Âge	Sport	Nb enfants	Budget vacances annuel				
2	Jean	47	Tennis	2	10 000	Âge	Sport	4 125,00	=BDMOYENNE (Table;5;G2:H3)
3	Paul	32	Judo	1	400	>35	Tennis		
4	Roger	36	Tennis		3 000			3 700,00	=MOYENNE(E2:E12)
5	Albert	57	Natation	3	12 000				
6	Felix	62	Natation	4	8 000	Sport	Nb enfants	1 900	=BDSOMME (Table;E1;G6:H7)
7	Michel	27	Natation		1 200	Judo	=		
8	Georges	32	Judo		600			40 700	=SOMME(E2:E12)
9	Simon	29	Tennis	2	700				
10	Ernest	43	Tennis	1	3 000	Âge		500	=BDMIN(Table; "Budget vacances annuel";G10:G12)
11	Amelin	26	Judo		1 300	>60			
12	Ludovic	67	Tennis		500	<30		400	=MIN(E2:E12)

Figure 10–40 Dans cet exemple, la plage A1:E12 a été nommée Table. Les trois fonctions sont entrées en J3, J6 et J9 et leur syntaxe figure juste à côté.

TECHNIQUE Définir les zones de critères

Les zones de critères (troisième argument) sont destinées à sélectionner les fiches à prendre en compte pour effectuer les calculs. La structure de ces zones a été présentée au chapitre 3 et la figure 10-40 en comporte trois :

- La première (`G2:H3`) sélectionne les individus âgés de plus de 35 ans et jouant au tennis.
- La deuxième (`G6:H7`) sélectionne les individus sans enfants et pratiquant le judo.
- La troisième (`G10:G12`) sélectionne les individus âgés de plus de 60 ans ou de moins de 30 ans.

Dans la figure 10-40, on a, à titre d'information, entré en *J4*, *J8* et *J12* les fonctions statistiques standard qui font les mêmes calculs que les fonctions de base de données, mais sur l'intégralité des valeurs de la table.

Pour préciser le deuxième argument, vous devez indiquer la rubrique sur laquelle s'effectue le calcul. Les fonctions présentées figure 10-40 illustrent les trois syntaxes possibles de cet argument :

- Dans la fonction *BDMOYENNE*, `5` indique le numéro de la rubrique.
- Dans la fonction *BDSOMME*, `E1` désigne la cellule contenant le nom de la rubrique.
- Dans la fonction *BDMIN*, la rubrique est indiquée en toutes lettres.

Le déroulement du calcul des trois fonctions est le suivant :

- Pour renvoyer la valeur `4 125`, *BDMOYENNE* sélectionne les budgets vacances de

Jean (10 000), Roger (3 000), Ernest (3 000) et Ludovic (500), puis en fait la moyenne (16 500/4 = 4 125).

- Pour renvoyer la valeur 1 900, *BDSOMME* sélectionne les budgets vacances de Georges (600) et Amelin (1 300), puis en fait la somme.
- Pour renvoyer la valeur 500, *BDMIN* sélectionne les budgets vacances de Felix (8 000), Ludovic (500), Michel (1 200), Simon (700) et Amelin (1 300), puis retient le plus petit d'entre eux.

Explorer les autres fonctions de base de données

La syntaxe de toutes ces fonctions étant exactement la même, nous nous contentons ici de donner la nature de leur calcul.

Tableau 10–8 Fonctions liées aux bases de données

Fonction	Description
BDMAX	Renvoie la plus grande valeur de la rubrique de calcul parmi celles qui ont été sélectionnées par la zone de critères.
BDNB	Dénombre les cellules non vides de la rubrique de calcul sélectionnées par la zone de critères (en ne comptant que les valeurs numériques).
BDNBVAL	Dénombre les cellules non vides de la rubrique de calcul sélectionnées par la zone de critères (en comptant tous les types de valeurs).
BDPRODUIT	Renvoie le produit des valeurs de la rubrique de calcul sélectionnées par la zone de critères.
BDVAR	Renvoie la variance des valeurs de la rubrique de calcul sélectionnées par la zone de critères, en considérant que la table représente un échantillon (voir le chapitre 13).
BDVARP	Renvoie la variance des valeurs de la rubrique de calcul sélectionnées par la zone de critères, en considérant que la table représente la population totale (voir le chapitre 13).
BDECARTYPE	Renvoie l'écart-type des valeurs de la rubrique de calcul sélectionnées par la zone de critères, en considérant que la table représente un échantillon (voir le chapitre 13).
BDECARTYPEP	Renvoie l'écart-type des valeurs de la rubrique de calcul sélectionnées par la zone de critères, en considérant que la table représente la population totale (voir le chapitre 13).
BDLIRE	Renvoie la valeur de la rubrique de calcul sélectionnée par la zone de critères. Pour qu'elle ne renvoie pas de valeur d'erreur, il faut que la zone de critères ne sélectionne qu'une fiche.

RÉSERVE Des fonctions devenues moins stratégiques

Dans les versions précédentes d'Excel, c'était surtout *BDSOMME* qui était utilisée. En effet, elle permettait de dépasser les limites de la fonction *SOMME.SI* en autorisant l'expression simultanée de plusieurs critères. Avec Excel 2010 et Excel 2013, vous disposez maintenant de *SOMME.SI.ENS*, *MOYENNE.SI.ENS* et *NB.SI.ENS* qui remplissent exactement le même office, mais plus simplement (elles ne nécessitent pas la préparation de zones de critères). Ces fonctions sont donc essentiellement conservées pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Utiliser les liens hypertextes

Un lien hypertexte est matérialisé par un texte ou un objet, auquel une adresse est associée. Cette dernière pointe, au choix, vers une autre cellule, un autre classeur, un document Word, une diapositive PowerPoint, un site web et ainsi de suite.

EN PRATIQUE Méthode express pour créer un lien hypertexte

Lorsque vous créez un lien hypertexte, la partie la plus délicate réside dans l'écriture d'une adresse correcte. Pour limiter les erreurs de saisie, faites un copier-coller de la cible vers la source. Par exemple, pour créer un lien depuis Excel vers un texte Word :

1. Dans Word, sélectionnez le texte cible et copiez-le.
2. Ouvrez Excel, sélectionnez le support du lien (cellule ou objet) et pressez les touches *Ctrl+Alt+V*.
3. La boîte de dialogue du *Collage spécial* s'affiche. Choisissez *Lien hypertexte* et cliquez sur *OK*.

Définir un lien hypertexte depuis une cellule

1 Sélectionnez la cellule support du lien.

2 Cliquez sur *Insertion>Liens>Lien hypertexte* (ou pressez les touches *Ctrl+K*).

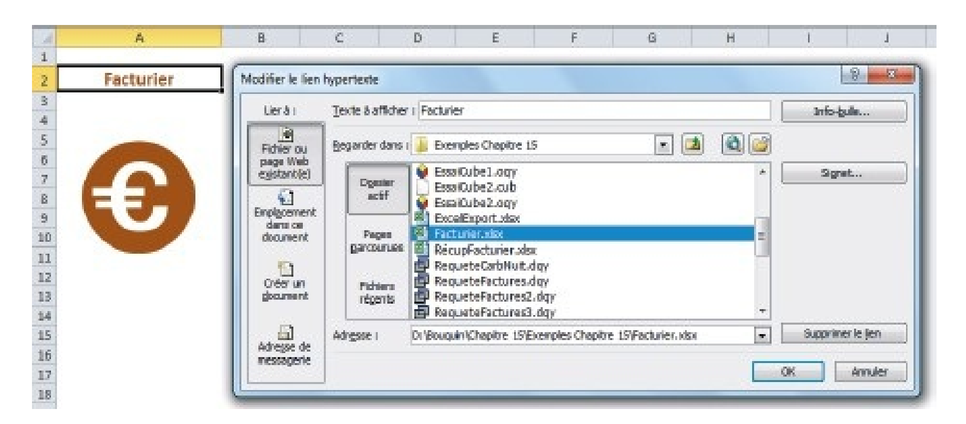


Figure 10–41 Boîte de dialogue Insérer un lien hypertexte. Le lien défini ici conduit au classeur Facturier.

3 Conservez l'option *Fichier ou page Web existante* sélectionnée. Parcourez les répertoires jusqu'à ce que vous trouviez le fichier cible et sélectionnez-le.

4 Modifiez le contenu de la case *Texte à afficher* de manière à ce que ce dernier soit suffisamment concis et explicite.

5 Entrez éventuellement le contenu d'une info-bulle et cliquez sur *Signet* si vous avez besoin de préciser une feuille ou une cellule à atteindre. Cliquez sur *OK* lorsque la définition de votre lien est parfaite.

Le texte saisi à l'étape 4 apparaît dans la cellule sélectionnée à l'étape 1. Si vous cliquez dessus, le classeur visé par le lien s'ouvre.

> **EN PRATIQUE Sélectionner sans activer le lien**
>
> Pour sélectionner une cellule dotée d'un lien hypertexte sans ouvrir la cible pointée par ce lien, utilisez le clic droit ou les touches de direction. Pour sélectionner un objet normalement, cliquez dessus en pressant la touche *Ctrl*.

Définir un lien hypertexte depuis un objet

1 Insérez une image ou dessinez une forme.

2 Cliquez droit dessus et choisissez *Lien hypertexte* (ou pressez les touches *Ctrl+K*).

3 Procédez comme dans la section précédente, à l'exception du texte à afficher qui n'a pas lieu d'être, puis cliquez sur *OK*. Si vous cliquez sur l'objet ou sur l'image, le classeur visé par le lien s'ouvre.

> **PRATIQUE Lien vers Word**
>
> Dans un document Word, pour accéder à un emplacement, précisez, à la fin de l'adresse, le nom du signet correspondant, précédé du caractère `#` (`C:\Documents\Essai1.docx#Cible`).

Supprimer ou modifier un lien hypertexte

Lorsqu'une cellule ou un objet supporte un lien hypertexte, son menu contextuel affiche les articles *Modifier le lien hypertexte* et *Supprimer le lien hypertexte*. Choisissez l'un ou l'autre pour modifier ou supprimer le lien.

> **WEB Un lien hypertexte pour accéder à un site web**
>
> Si, depuis Excel, vous désirez accéder facilement à une liste de sites web, enregistrez leur adresse comme lien hypertexte. Définissez, par exemple, un lien associant une image à la page « Parités quotidiennes de l'euro » fournie par la Banque de France (http://www.banque-france.fr/fr/statistiques/taux/parites-quotidiennes.htm).

Accéder aux sites web

Accéder aux sites web par une requête

Pour avoir en direct les principaux indices boursiers dans votre feuille Excel :

1 Cliquez sur *Données>Données externes>Web*.

2 Indiquez l'adresse du site à atteindre dans la case *Adresse* (par exemple, http://fr.advfn.com/?adw=24&gclid=CMajo6y0o6UCFUg24wod7nBVGg) et cliquez sur *OK*.

3 Une fois sur le site, des flèches jaunes désignent les tables que vous pouvez importer dans Excel. Cliquez sur celles qui vous intéressent, puis sur le bouton *Importer*.

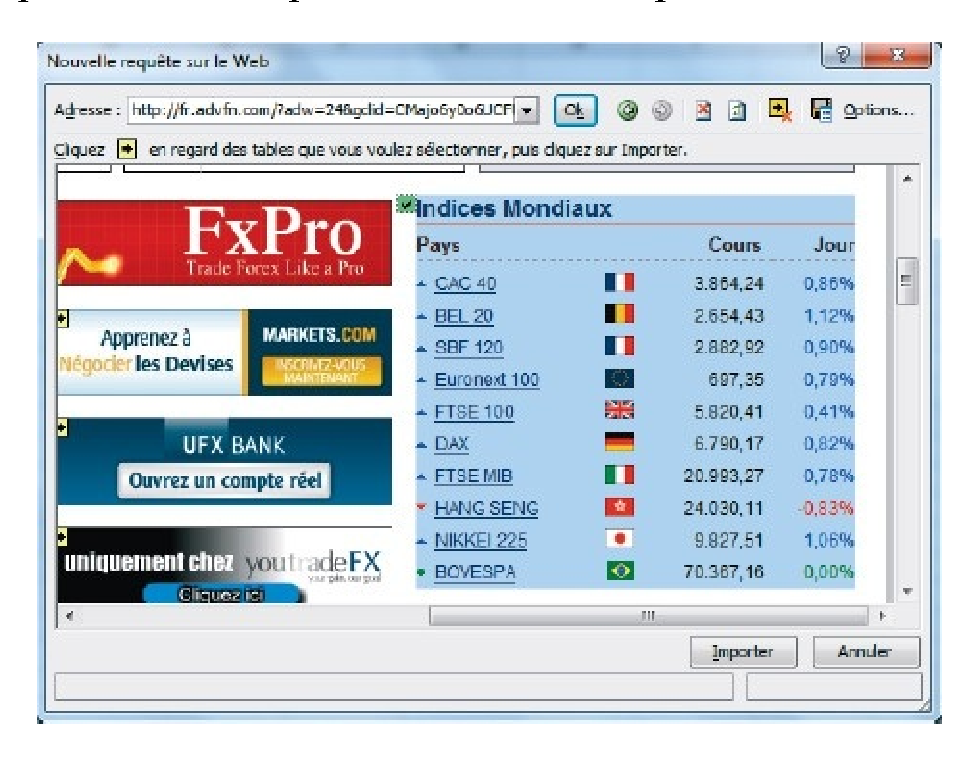


Figure 10–42 Une fois sélectionnées, les flèches jaunes se transforment en cases à cocher vertes.

4 Une boîte de dialogue intermédiaire vous demande où importer les tables sélectionnées et propose un bouton *Propriétés* qui vous permet de régler les paramètres de la requête.

5 L'import reste lié au site. Un clic droit sur la cellule sélectionnée à l'étape 4 donne accès à la commande *Actualiser* afin de remettre à jour le tableau en fonction des variations observées sur la page du site.

	A	B	C	D	E
1	Indices Mondiaux				
2	Pays			Cours	Jour
3					
4		CAC 40		3.864,24	0,86%
5		BEL 20		2.654,43	1,12%
6		SBF 120		2.882,92	0,90%
7		Euronext 100		697,35	0,79%
8		FTSE 100		5.820,41	0,41%
9		DAX		6.790,17	0,82%
10		FTSE MIB		20.993,27	0,78%
11		HANG SENG		24.030,11	-0,83%
12		NIKKEI 225		9.827,51	1,06%
13		BOVESPA		70.367,16	0,00%

Figure 10–43 Résultat de la requête.

LANGAGES Fichiers XML

L'une des options proposées dans le bouton déroulant *Données>Données externes>Autres sources* est *Provenance : Importation de données XML*. XML est un langage informatique défini dès 1996 sous l'égide du World Wide Web Consortium (http://www.w3.org/XML/), dont la syntaxe est aujourd'hui universellement reconnue par les logiciels. À l'aide de mots-clés, appelés balises (*Markup*), XML sert à décrire la structure ou le format des données d'une grande variété de contenus, facilitant ainsi l'échange, le traitement et le stockage de ces contenus entre systèmes d'information hétérogènes.

XML est dit « extensible » car, à l'inverse de langages définis et figés comme HTML, il offre la possibilité de déclarer de nouvelles balises, c'est-à-dire d'étoffer le vocabulaire et la syntaxe à partir desquels les contenus peuvent être décrits.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<BIBLIO SUBJECT="XML">
	<BOOK ISBN="6411890069186" LANG="fr" SUBJECT="applications">
		<AUTHOR>
			<FIRSTNAME>Nathalie</FIRSTNAME>
			<LASTNAME>Barbary</LASTNAME>
		</AUTHOR>
		<TITLE>Excel 2010 Expert</TITLE>
		<PUBLISHER>
			<NAME>Eyrolles</NAME>
			<PLACE>Paris</PLACE>
		</PUBLISHER>
		<DATEPUB>2010</DATEPUB>
	</BOOK>

</BIBLIO>
```

Figure 10–44 Exemple de fichier XML.

La structure des balises XML est arborescente et hiérarchique. Associé à une feuille de styles ou exploité par un logiciel sachant interpréter le langage XML (navigateur web, par exemple), un fichier XML peut donner naissance à de multiples présentations, assorties de tris, de sélections, de tables des matières ou d'index, à travers un processus de génération automatique.

Accéder aux sites web par une fonction

Excel 2013 propose trois nouvelles fonctions pour récupérer, dans Excel, des données fournies par des services web (elles n'étaient pas disponibles sous Excel 2010).

Tableau 10–9 Fonctions web

Fonction	Description
SERVICEWEB	À partir d'un argument, l'adresse URL d'un service web, cette fonction renvoie les données de ce service au format XML. Son véritable intérêt consiste à être utilisée comme premier argument de la fonction *FILTRE.XML* qui, elle, va cibler une donnée particulière. Voir la figure 10-45.
FILTRE.XML	Cette fonction utilise deux arguments. Le premier est une chaîne de caractères au format XML et le second, une chaîne au format Xpath qui cible une donnée particulière du premier argument. La fonction renvoie cette donnée ciblée. Pour lui conférer le maximum d'efficacité, utilisez la fonction *SERVICEWEB* en premier argument, afin de récupérer le contenu de ce service au format XML. Voir la figure 10-45.
URLENCODAGE	Cette fonction prend comme argument une chaîne de caractères, qu'elle renvoie encodée au format URL. Cet encodage est nécessaire pour convertir certains caractères dans un standard que tous les serveurs soient capables de compendre et traiter. Voir la figure 10-46.

L'exemple présenté figure 10-45 illustre l'utilisation imbriquée des fonctions *SERVICEWEB* et *FILTRE.XML*. En *B2* et *I2*, les deux adresses URL ont été saisies sous la forme d'une concaténation (vous pouvez voir la syntaxe de ces deux formules en *B4* et *I4*) de manière à ce que l'on puisse facilement modifier le code des lieux dont on souhaite récupérer les prévisions météorologiques, respectivement en *B3* et *I3*.

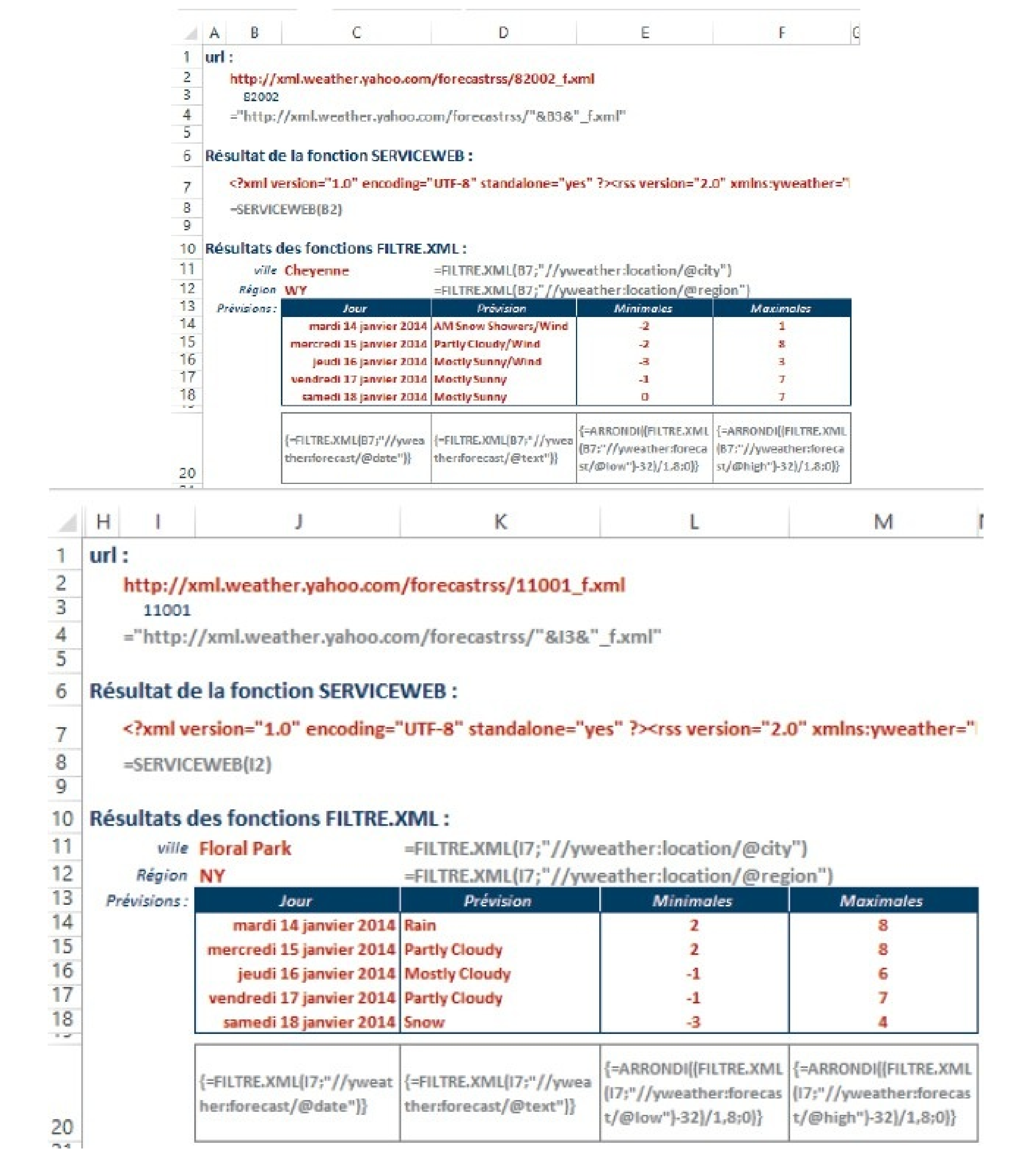


Figure 10–45 Dans cet exemple, la fonction SERVICEWEB récupère l'intégralité des prévisions météorologiques fournies par Yahoo pour Cheyenne (WY) et Floral Park (NY). Parmi cette masse d'informations récupérées, la fonction FILTRE.XML en cible certaines (la ville, la région, les prévisions, les maximales, les minimales, etc.).

La fonction *SERVICEWEB* a été entrée en *B7* et *I7* (syntaxe en *B8* et *I8*). Son résultat est une longue chaîne au format XML dont on ne voit ici que le début. Des fonctions *FILTRE.XML* ont été entrées en *C11*, *C12*, *J11* et *J12* (syntaxes respectives en *D11*, *D12*, *K11* et *K12*). Elles renvoient le nom du lieu et de la région des prévisions météorologiques. D'autres fonctions *FILTRE.XML* ont été entrées dans les plages *C14:C18*, *D14:D18*, etc. Il s'agit de fonctions matricielles (comme elles renvoient de

multiples résultats, elles ont été validées comme des fonctions matricielles). La syntaxe de ces fonctions est donnée en ligne 20.

Pour entrer les fonctions de la plage *C14:C18* :

1. Sélectionnez la plage *C14:C18*.
2. Saisissez `=FILTRE.XML(B7;"//yweather:forecast/@date")`.
3. Pressez simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée* pour valider votre formule (voir le chapitre 4 pour en savoir plus sur les formules matricielles).

Les fonctions des plages *E14:F18* et *L14:M18* sont associées à des opérations arithmétiques et imbriquées dans des fonctions d'arrondi, pour obtenir en degrés Celsius les informations renvoyées par le service web en degrés Fahrenheit.

	A	B	C
1	Argument texte	Résultat de la fonction	Syntaxe de la fonction entrée en colonne B
2	:	%3A	=URLENCODAGE(A2)
3	/	%2F	=URLENCODAGE(A3)
4	?	%3F	=URLENCODAGE(A4)
5	=	%3D	=URLENCODAGE(A5)
6	&	%26	=URLENCODAGE(A6)

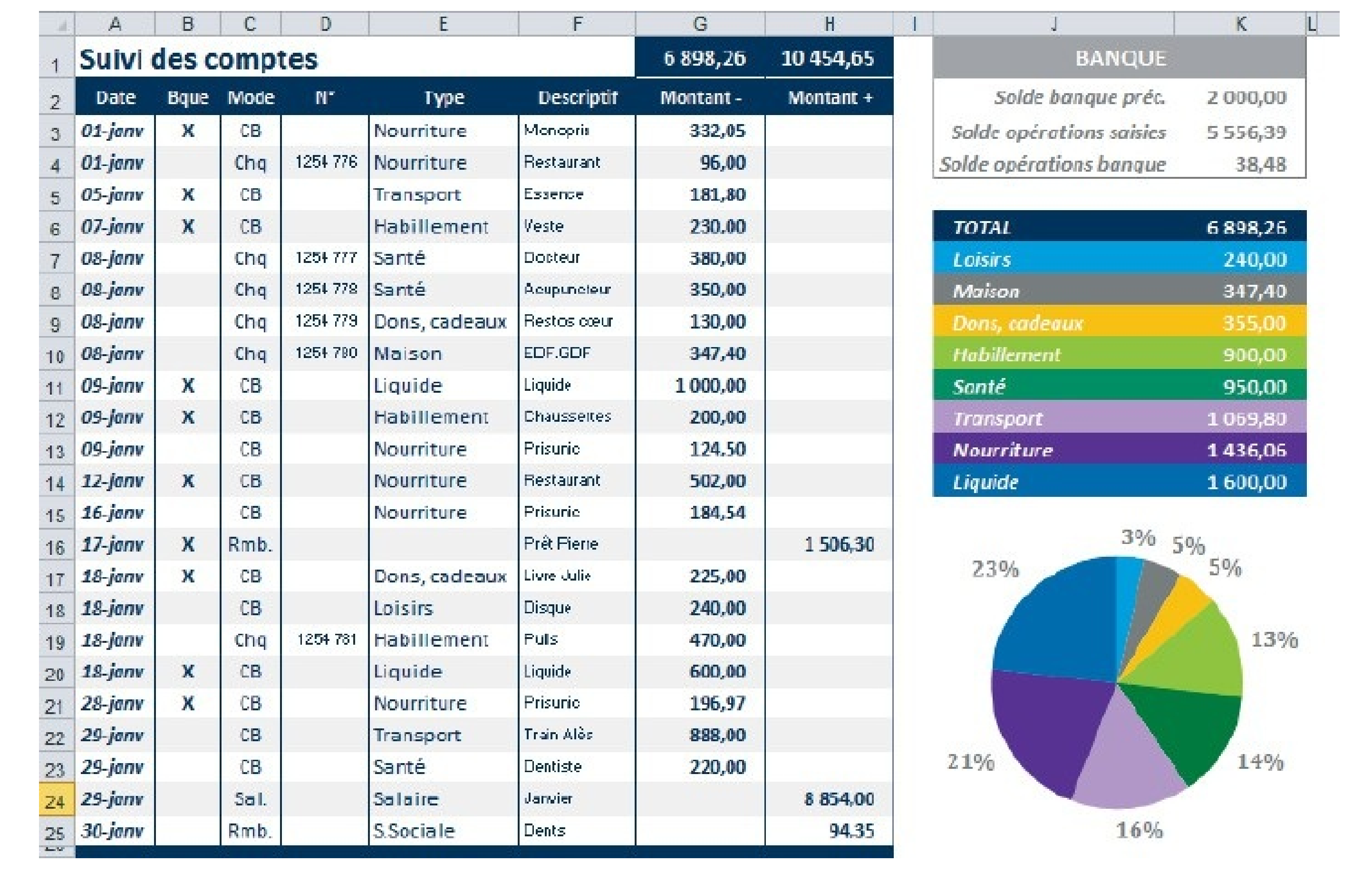
Figure 10–46 Mise en œuvre de la fonction URLENCODAGE pour convertir certains caractères.

Exporter Excel

Les richesses d'Excel en matière de construction de tableaux et de graphiques peuvent être considérablement mises en valeur grâce aux qualités de présentation de Word, ou à l'efficacité d'un diaporama sous PowerPoint. Il ne faut donc pas hésiter à exporter les données élaborées sous Excel vers ces logiciels afin de produire des rapports ou des diaporamas performants.

Exporter un tableau

Pour exporter un tableau, il suffit de le sélectionner, de le copier, puis de le coller dans le logiciel cible. Suivant la nature de ce logiciel, plusieurs paramètres sont disponibles pour le collage. Nous explorons ici les diverses options offertes par Word.



Suivi des comptes						6 898,26	10 454,65
Date	Bque	Mode	N°	Type	Descriptif	Montant -	Montant +
01-janv	X	CB		Nourriture	Monoprix	332,05	
01-janv		Chq	1254 776	Nourriture	Restaurant	96,00	
05-janv	X	CB		Transport	Essence	181,80	
07-janv	X	CB		Habillement	Veste	230,00	
08-janv		Chq	1254 777	Santé	Docteur	380,00	
08-janv		Chq	1254 778	Santé	Acupuncteur	350,00	
08-janv		Chq	1254 779	Dons, cadeaux	Restos cœur	130,00	
08-janv		Chq	1254 780	Maison	EDF.GDF	347,40	
09-janv	X	CB		Liquide	Liquide	1 000,00	
09-janv	X	CB		Habillement	Chaussettes	200,00	
09-janv		CB		Nourriture	Prisunic	124,50	
12-janv	X	CB		Nourriture	Restaurant	502,00	
16-janv		CB		Nourriture	Prisunic	184,54	
17-janv	X	Rmb.			Prêt Pierre		1 506,30
18-janv	X	CB		Dons, cadeaux	Livre Julie	225,00	
18-janv		CB		Loisirs	Disque	240,00	
18-janv		Chq	1254 781	Habillement	Pulls	470,00	
18-janv	X	CB		Liquide	Liquide	600,00	
28-janv	X	CB		Nourriture	Prisunic	196,97	
29-janv		CB		Transport	Train Alès	888,00	
29-janv		CB		Santé	Dentiste	220,00	
29-janv		Sal.		Salaire	Janvier		8 854,00
30-janv		Rmb.		S.Sociale	Dents		94,35

BANQUE	
Solde banque préc.	2 000,00
Solde opérations saisies	5 556,39
Solde opérations banque	38,48

TOTAL	6 898,26
Loisirs	240,00
Maison	347,40
Dons, cadeaux	355,00
Habillement	900,00
Santé	950,00
Transport	1 069,80
Nourriture	1 436,06
Liquide	1 600,00

Figure 10–47 Tableaux et graphiques à exporter dans Word.

Tableau 10–10 Exporter un tableau dans Word

Nature de l'export	Commentaires
Récupérer le tableau sous forme de tableau Word	En choisissant un collage tout simple (sans passer par le collage spécial), vous récupérez un tableau Word dont la présentation est presque celle de l'original (format HTML).
Récupérer le tableau en texte brut	En choisissant le collage spécial (*Ctrl+Alt+V*), vous accédez à plusieurs options. Si vous sélectionnez *Texte sans mise en forme*, vous récupérez le texte brut avec des tabulations pour séparer les colonnes et des marques de paragraphes pour séparer les lignes.
Récupérer le tableau sous forme d'image	Si vous sélectionnez l'option *Image en mode point*, vous récupérez votre tableau sous forme d'image. L'intérêt de cette technique réside dans le fait que sa mise en forme initiale est parfaitement respectée. Vous pouvez également choisir l'option *Image (métafichier amélioré)*. La définition du résultat est un peu moins bonne, mais le poids de l'image est divisé par 10.
Récupérer le tableau sous forme d'image liée	Si vous souhaitez garder un lien avec le fichier source, sélectionnez l'option *Coller avec liaison* (dans la boîte de dialogue *Collage spécial*). Dans ce cas, une modification du tableau Excel effectuée alors que le fichier Word est toujours ouvert entraîne une mise à jour automatique. À l'ouverture du fichier Word contenant le tableau lié, un message d'alerte apparaît (*« Ce document contient des liens pouvant faire*

	référence à d'autres fichiers. Voulez-vous mettre à jour ce document avec les données des fichiers liés ? »). Si vous cliquez sur *Oui* (et si le fichier source n'a été ni renommé, ni déplacé !), le logiciel procède à la mise à jour.
Récupérer le tableau sous forme d'objet incorporé	Si vous choisissez l'option *Feuille de calcul Microsoft Excel objet*, c'est tout le classeur que vous intégrez. En double-cliquant sur le tableau inséré dans Word, vous ouvrez une fenêtre Excel avec l'intégralité du classeur et tous les outils Excel disponibles pour d'éventuelles modifications. Si, dans Word, vous décidez d'afficher les codes de champ à la place des contenus, vous verrez que l'objet incorporé est en fait le résultat du champ `{EMBED}`.

{·LINK·Excel.Sheet.12·"D:\\Bouquin\\Chapitre·15\\Exemples·Chapitre·15\\ExcelExport.xlsx"·"DEP!L6C10:L14C11"·\a·\p··*·MERGEFORMAT·}¶

{·EMBED·Excel.Sheet.12··}¶

Figure 10–48 Un objet incorporé est intégré sous forme de champ {EMBED}. Juste au-dessus, on trouve le champ {LINK} correspondant au tableau lié en format HTML.

DÉTAIL Copier comme une image

Après avoir sélectionné le tableau à exporter, vous pouvez, au lieu de presser les touches *Ctrl+C*, choisir *Accueil>Presse-papiers>Copier comme image*. La boîte de dialogue illustrée figure 10-49 s'affiche. Le collage spécial de Word ne propose alors que des formats d'image.



Figure 10–49 Boîte de dialogue précisant les modalités de copie du tableau en tant qu'image.

Exporter un graphique

Pour l'export d'un graphique, la procédure à suivre est exactement la même, sauf qu'il faut, au départ, sélectionner le graphique.

Tableau 10–11 Exporter un graphique dans Word

Nature de l’export	Commentaires
Récupérer le graphique sous forme d’objet incorporé	Avec un collage tout simple, vous récupérez le graphique sous forme d’objet incorporé.
Récupérer le graphique sous forme d’image	Si vous sélectionnez les options *Image (métafichier Windows)* ou *Image en mode point*, vous récupérez l’image de votre graphique. À son tour, cette image peut être liée au graphique initial.

Personnalisez Excel

11

Vous avez le sentiment de faire pour la énième fois la même mise en page ? Les classeurs avec lesquels vous travaillez sont modifiés en permanence et vous perdez quotidiennement de précieuses minutes à mettre à jour noms, formules et références ? Si un beau jour, vous vous réveillez en trouvant tout cela insupportable, prenez quelques minutes et lisez ce chapitre.



SOMMAIRE

- Automatiser des actions
- Macro événementielle
- Fonction de calcul personnalisée
- Langage de programmation
- Personnaliser Excel
- Modèles de classeurs

MOTS-CLÉS

- Bibliothèque
- Boucle
- Classe
- Collection

- Condition
- Événement
- Méthode
- Modèle
- Module
- Objet
- Pas à pas
- Point d’arrêt
- Propriété
- Regedit
- Sécurité
- Variable
- Visual Basic

Dans Excel, vous pouvez tout modifier… ou presque ! VBA, le langage de programmation associé à la suite bureautique Office, vous servira à créer de nouvelles commandes pour automatiser les tâches répétitives ou remplacer les formules de calcul trop lourdes. Et si le modèle de classeur Excel ne correspond pas à vos standards de présentation, vous mettrez au point vos propres modèles (classeurs de type `.xlt` ou `.xltm`) en y intégrant tous les éléments récurrents : logo, nom, adresse, styles, charte graphique, mise en page, etc.

Programmer dans Excel en VBA

VBA (Visual Basic pour Applications) est le nom du langage de programmation mis à votre disposition pour créer trois types de programmes :

- ceux dont l'exécution se déclenche par un bouton ou un raccourci clavier et qui automatisent des séquences de tâches comme ouvrir des classeurs, sélectionner des plages, créer des graphiques, appliquer des mises en forme, lancer des impressions en série, etc. ;
- les fonctions de calcul personnalisées que vous utilisez exactement comme l'une des 460 fonctions préprogrammées d'Excel (longuement étudiées dans les chapitres 5, 6, 10, 12, 13 et 14 de cet ouvrage) ;
- ceux qui réagissent à des événements particuliers (ouverture ou fermeture du classeur, modification d'une cellule, etc.).

AVERTISSEMENT Partie émergée de l'iceberg

De très gros ouvrages sont entièrement consacrés à l'apprentissage de VBA. Je n'ai donc pas la prétention d'aborder en quelques pages toutes les subtilités de ce langage. Ce que je souhaite ici, c'est simplement présenter les différents types de programmes pour que vous connaissiez l'étendue des possibilités. Les quelques commandes que je détaillerai sont les plus utilisées et les exemples sur lesquels je m'appuierai sont issus de mon expérience professionnelle.

Où créer un programme dans Excel ?

Vous écrivez vos programmes dans l'éditeur Visual Basic, VBE, qui constitue votre environnement de programmation. Vous y accédez en pressant simultanément les touches *Alt+F11* (ou *Alt+FN+F11*).

CONSEIL Afficher l'onglet développeur

À l'issue de l'installation standard d'Excel, l'onglet *Développeur* n'apparaît pas dans le ruban. Or, les commandes affichées sur cet onglet sont très utiles lorsqu'on s'attaque à la programmation. Pour

savoir comment l'afficher, consultez le chapitre 2 de cet ouvrage.

Vos premiers pas dans VBE, l'environnement de programmation

À gauche de l'écran apparaît la fenêtre *Explorateur de projets*. Elle affiche tous les classeurs Excel ouverts ainsi que les macros complémentaires que vous auriez pu activer au préalable.

OUPS Pas d'explorateur de projets

Si cette fenêtre n'apparaît pas, choisissez *Explorateur de projets* dans le menu *Affichage*, ou pressez les touches *Ctrl+R*.

RAPPEL Macros complémentaires

Les macros complémentaires sont des outils spécialisés qui ne sont pas installés par défaut avec Excel. Si vous en avez besoin, vous pouvez les activer en passant par *Fichier>Options>Compléments*, puis en cliquant sur *Atteindre* qui se trouve tout en bas de la fenêtre. Pour en savoir plus, consultez le dernier quart du chapitre 5, dans lequel l'activation du *Solveur* (programme complémentaire) est abordée.

Créer un nouveau répertoire Modules dans VBE

Sous le nom de chacun des classeurs ouverts apparaît la liste des objets qu'il contient. Tant que vous n'avez pas créé de programme particulier, il n'affiche que la liste des feuilles ainsi qu'un objet *ThisWorkbook* qui symbolise l'objet classeur. Pour créer un programme, il faut que vous disposiez d'un module (support dans lequel vous pouvez écrire un programme). Si ce n'est pas le cas, il faut en créer un.

1 Choisissez *Insertion>Module*. Excel crée un nouveau répertoire baptisé *Modules* dans lequel il range un premier support nommé par défaut *Module1*. La fenêtre correspondant à ce premier module apparaît à droite de l'*Explorateur de projets*. Vous pouvez y créer votre première macro (voir la figure 11-1).

MISE EN GARDE Pas d'inquiétude… l'enregistreur est là !

Si vous n'avez encore jamais créé de macros, ne vous laissez pas impressionner par ce premier programme. En effet, Excel peut écrire l'intégralité de ses instructions par le truchement de son enregistreur automatique (voir plus loin dans ce chapitre la section qui lui est consacrée).

2 Renommez le module en pressant la touche *F4* (ou *FN+F4*). La fenêtre *Propriétés* apparaît (elle sert à modifier les propriétés de n'importe quel objet sélectionné dans VBE).

3 Cliquez sur *Module1* dans l'*Explorateur de projet* et, dans la fenêtre *Propriétés*, au niveau de la rubrique *(Name)*, transformez le nom `Module1` en `Formats`. Pressez la touche *Entrée* pour valider votre modification.

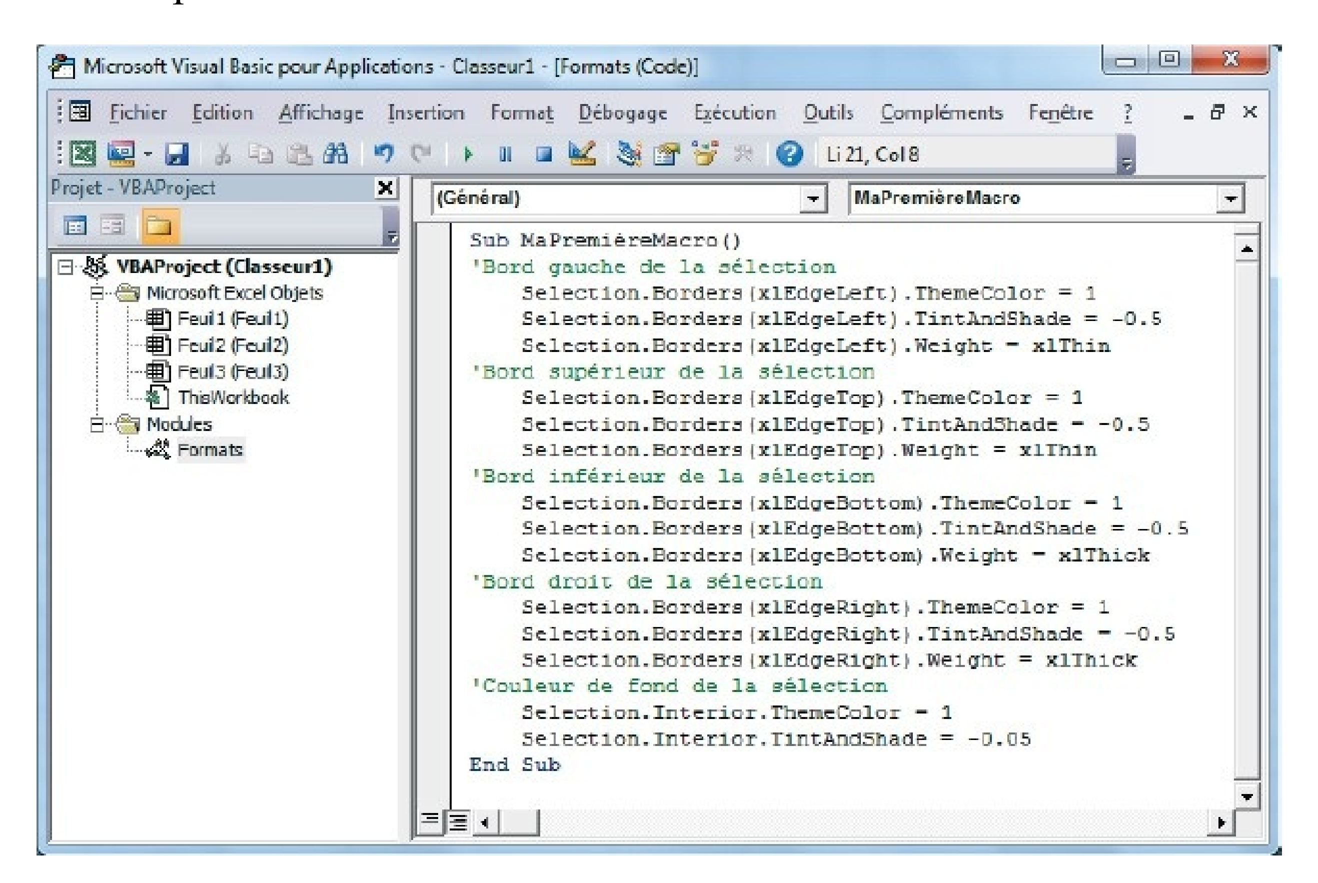


Figure 11–1 La première macro créée dans Formats a été nommée MaPremièreMacro. Elle crée un cadre gris foncé donnant une illusion de relief et applique un fond gris clair à la sélection.

> **RAPPEL Trois sortes de macros**
>
> Au début de ce chapitre, nous avons présenté trois types de programmes. Les deux premiers (tâches automatisées et fonctions de calcul) doivent être créés dans un module standard comme celui que nous venons d'insérer. Le troisième (les macros événementielles) doit être créé dans un module spécifique lié à l'objet concerné. Par exemple, pour créer une macro qui se déclenche automatiquement à l'ouverture ou à la fermeture du classeur, il faudra ouvrir le module lié à l'objet *ThisWorkbook* évoqué un peu plus haut.

Écrire et sauvegarder un programme dans un classeur

La première macro que nous vous proposons de créer réalise un encadrement en relief de la sélection en cours et lui appose un fond gris. Sa syntaxe est présentée figure 11-1. Il s'agit d'une macro du premier type (tâche automatisée). Nous détaillerons sa syntaxe un peu plus loin.

1 Une fois la macro écrite, restez dans VBE (l'espace de programmation) et choisissez *Fichier>Enregistrer Classeur1* (ou cliquez sur le bouton *Enregistrer* qui se trouve en troisième position sur la barre d'outils *Standard*).

2 Choisissez le support magnétique et le dossier dans lequel vous souhaitez enregistrer votre fichier, entrez le nom du fichier et, surtout, sélectionnez *Classeur Excel (prenant en charge les macros) (*.xlsm)* dans la liste *Type*. Cliquez sur *Enregistrer*.

> **MISE EN GARDE Modifier le suffixe**
>
> Ce n'est pas parce que vous avez écrit une macro dans votre classeur que son suffixe change automatiquement. C'est à vous de sélectionner le bon format de fichier au moment de l'enregistrement.

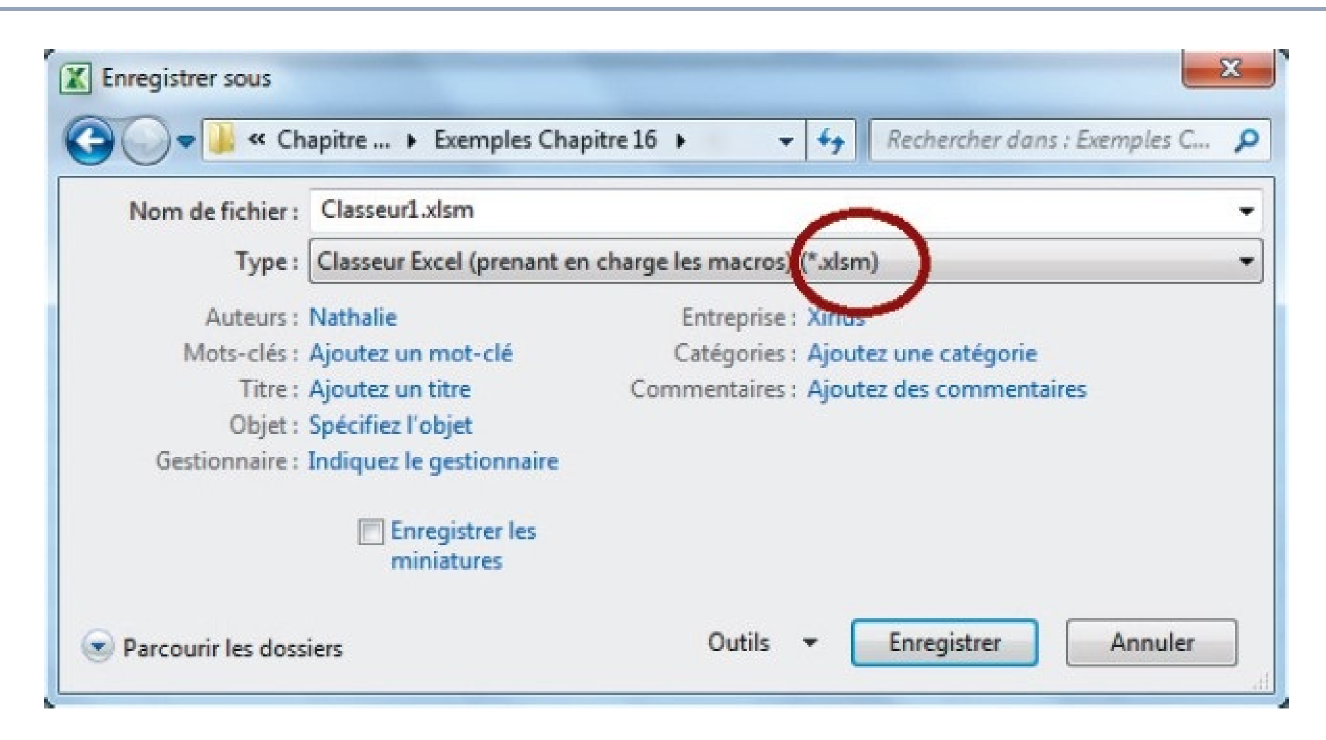


Figure 11–2 Il faut enregistrer les classeurs contenant des macros dans des fichiers de type .xlsm. Remarquez que lorsque vous réduisez la taille de la boîte de dialogue Enregistrer sous, elle change fondamentalement d'aspect (à comparer avec la figure 9-3).

Déclencher l'exécution d'un programme sous Excel

Pour exécuter une macro de ce type (tâche automatisée), il faut vous mettre dans les conditions qu'exigent son exécution, puis lancer cette dernière. Avec notre exemple, avant d'exécuter la macro, il faut que vous sélectionniez la plage de cellules à laquelle vous voulez appliquer le cadre en relief.

1 Quittez VBE pour revenir sur Excel, soit en pressant à nouveau les touches *Alt+F11* (ou *Alt+FN+F11*), soit en choisissant *Fichier>Fermer et retourner à Microsoft Excel* ou en déclenchant cette dernière commande avec les touches *Alt+Q*.

2 Sélectionnez la plage à encadrer.

3 Pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*). La boîte de dialogue *Macro* apparaît. Elle affiche le nom de toutes les macros de type 1 (tâches automatisées) disponibles en mémoire vive. C'est à partir de cette boîte de dialogue que vous pouvez les exécuter ou leur associer un raccourci clavier.

4 Dans la fenêtre, choisissez le nom de la macro, puis cliquez sur *Exécuter*. La plage que vous aviez sélectionnée à l'étape 1 est encadrée.

IMPORTANT Des commentaires abondants

Toute ligne commençant par une apostrophe est considérée comme un commentaire (elle apparaît en vert) ; elle n'est pas prise en compte par Excel lors de l'exécution du programme. N'hésitez pas à commenter vos macros abondamment, car ce qui paraît évident au moment de la programmation l'est beaucoup moins après plusieurs mois d'oubli.

Explorer les menus et barres d'outils de VBE

Revenez dans VBE (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*). Pour l'instant, seul l'*Explorateur de projets* a été décrit. Contrairement à Excel, VBE ne dispose pas de ruban. On y retrouve le même type d'environnement que dans les versions précédentes, avec des menus et des barres d'outils.

- *Menus* : nous les explorerons tout au long de cette section, au fur et à mesure des besoins,
- *Barres d'outils* : VBE en offre quatre. Par défaut, seule la barre *Standard* est affichée. Cliquez droit au-dessus de la barre de menus ou de l'une des barres d'outils et choisissez, dans le menu contextuel, le nom de la barre à afficher.

Pour ajouter une commande à une barre d'outils :

1 Cliquez droit sur la barre de menus et choisissez *Personnaliser*.

2 Dans la fenêtre *Personnalisation*, activez l'onglet *Commandes* et parcourez la fenêtre *Catégories* pour sélectionner celle qui contient la commande à ajouter.

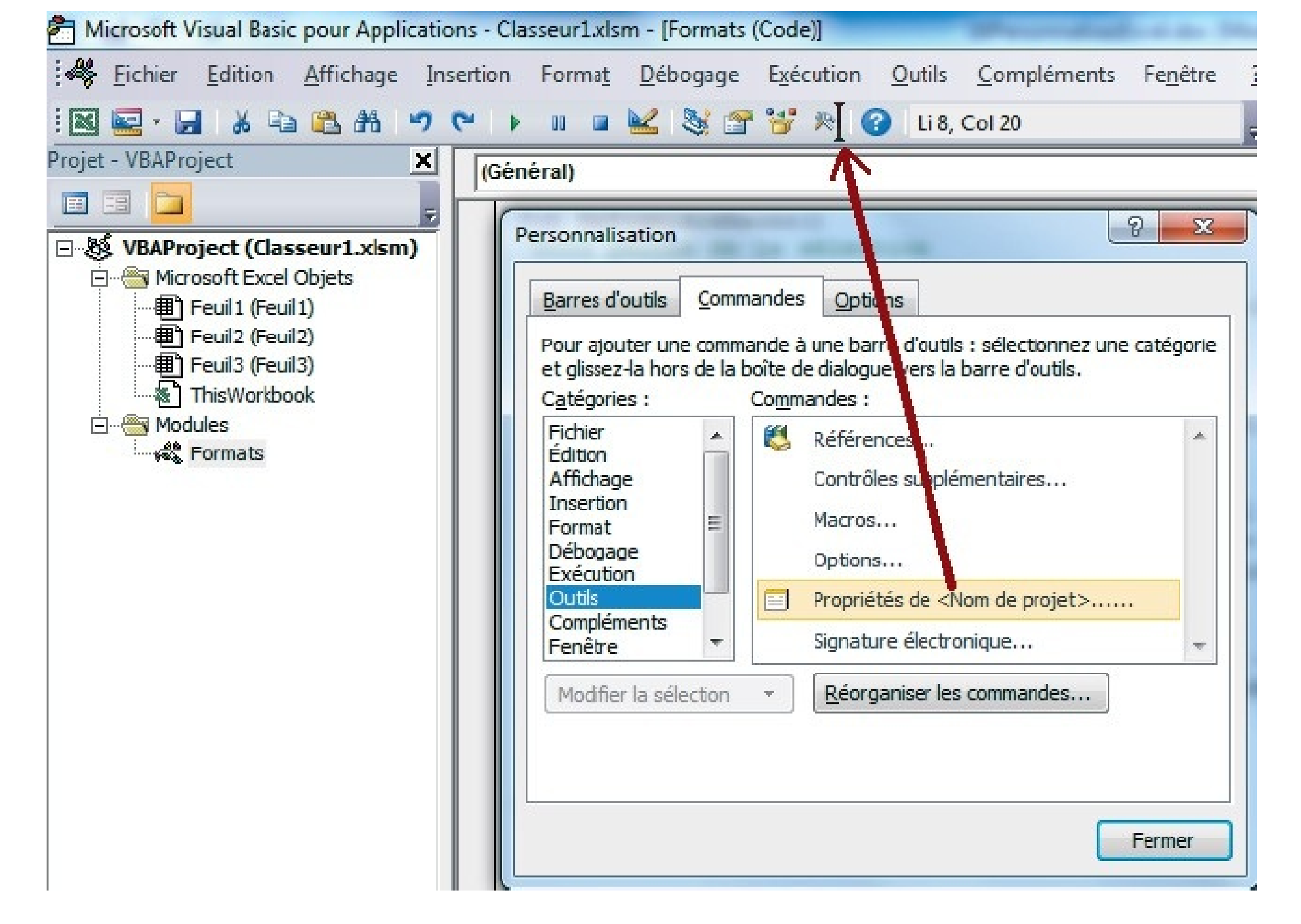


Figure 11–3 Par des *cliquer-glisser* entre la boîte de dialogue Personnalisation et les barres d'outils, vous pouvez facilement adapter votre environnement de travail sous VBE.

3 Une fois la bonne catégorie sélectionnée, cliquez, dans la fenêtre *Commandes*, sur le nom de la commande à ajouter et cliquez-glissez vers l'emplacement de la barre d'outils qui vous convient (voir la figure 11-3). Si ce dernier vous satisfait, relâchez le bouton de la souris. Vous pouvez refermer la boîte de dialogue.

Pour supprimer une commande de la barre d'outils :

1 Cliquez-glissez depuis l'outil vers l'extérieur de la barre d'outils qui le contient, tout en maintenant la touche *Alt* enfoncée.

2 Lorsqu'une petite croix apparaît à côté de votre curseur, vous pouvez relâcher le bouton de la souris. Le bouton a disparu de la barre.

IMPORTANT Macros et sécurité

Lors de son installation par défaut, Excel active les options de sécurité les plus hautes. En conséquence, lorsque vous ouvrez un classeur contenant des macros, ces dernières ne sont pas automatiquement activées. Pour intervenir sur les options de sécurité des macros, activez l'onglet *Développeur* et cliquez sur *Code>Sécurité des macros*.

- Première option : à l'ouverture du classeur, toutes les macros sont désactivées. Aucun message n'avertit l'utilisateur,
- Deuxième option : à l'ouverture du classeur, Excel affiche un message d'alerte. Si vous cliquez sur *Désactiver les macros*, Excel désactive les macros du classeur en cours d'ouverture (résultat

équivalent à la situation précédente). Pour activer les macros, cliquez sur l'autre bouton (résultat équivalent au choix de la quatrième option).

- Troisième option : Excel ouvre directement le classeur en activant les programmes dont la signature numérique est approuvée (voir le chapitre 9) et en désactivant les autres.
- Quatrième option : Excel ouvre le classeur en activant toutes les macros, sans signaler leur présence.

Si vous testez les programmes au fur et à mesure de la lecture de ce chapitre, choisissez les options 2 ou 4.

Construire un programme événementiel sous Excel

Il s'agit d'un programme capable de s'exécuter automatiquement lorsqu'un événement survient. Mais qu'est-ce qu'un événement ? Il peut s'agir de l'ouverture ou de la fermeture d'un classeur, de l'activation d'une feuille, d'une cellule dont on modifie la valeur, et ainsi de suite. Un tel programme ne doit pas être écrit dans un module standard, mais dans un module attaché à l'objet dont on surveille les événements.

Déclencher l'exécution d'un programme à l'ouverture d'un classeur

À l'ouverture d'un classeur, on souhaite qu'Excel active systématiquement la première feuille et cale l'affichage de celle-ci sur les premières cellules (sur le coin supérieur gauche de la feuille).

1 Si vous n'y êtes pas encore, passez dans VBE (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*).

2 Dans l'*Explorateur de projets*, double-cliquez sur *ThisWorkbook*. La fenêtre d'un nouveau module apparaît à droite.

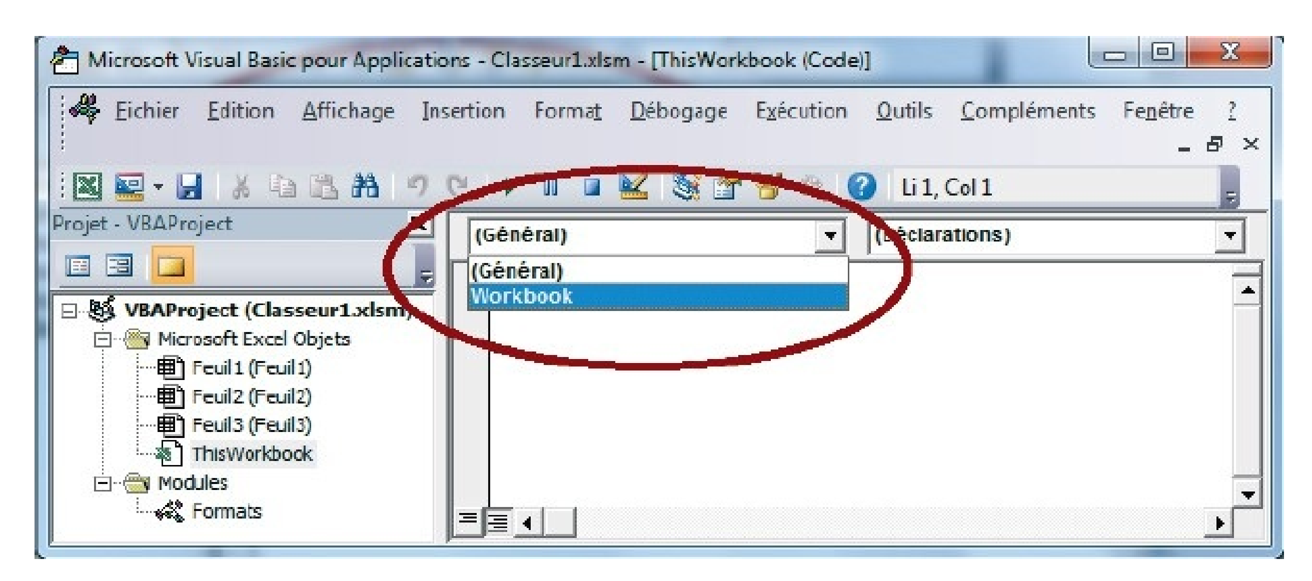


Figure 11–4 Les macros *événement*ielles s'écrivent dans des modules spécifiques aux objets dont elles traquent les réactions.

3 Déroulez la flèche qui apparaît à gauche, au-dessus de la fenêtre du module, et choisissez *Workbook* (voir la figure 11-4). L'option *(Général)* correspond à la partie

supérieure du module dans laquelle vous pouvez déclarer vos variables.

4 Automatiquement, `Private Sub Workbook_Open()` apparaît, ainsi que `End Sub` un peu plus bas. Cela tombe bien car ces instructions correspondent à l'événement « lorsque le classeur s'ouvre ». S'il avait fallu traquer un autre événement, il suffisait de dérouler la liste qui apparaît à droite, au-dessus de la fenêtre du module, et de choisir un autre événement (voir la figure 11-5).

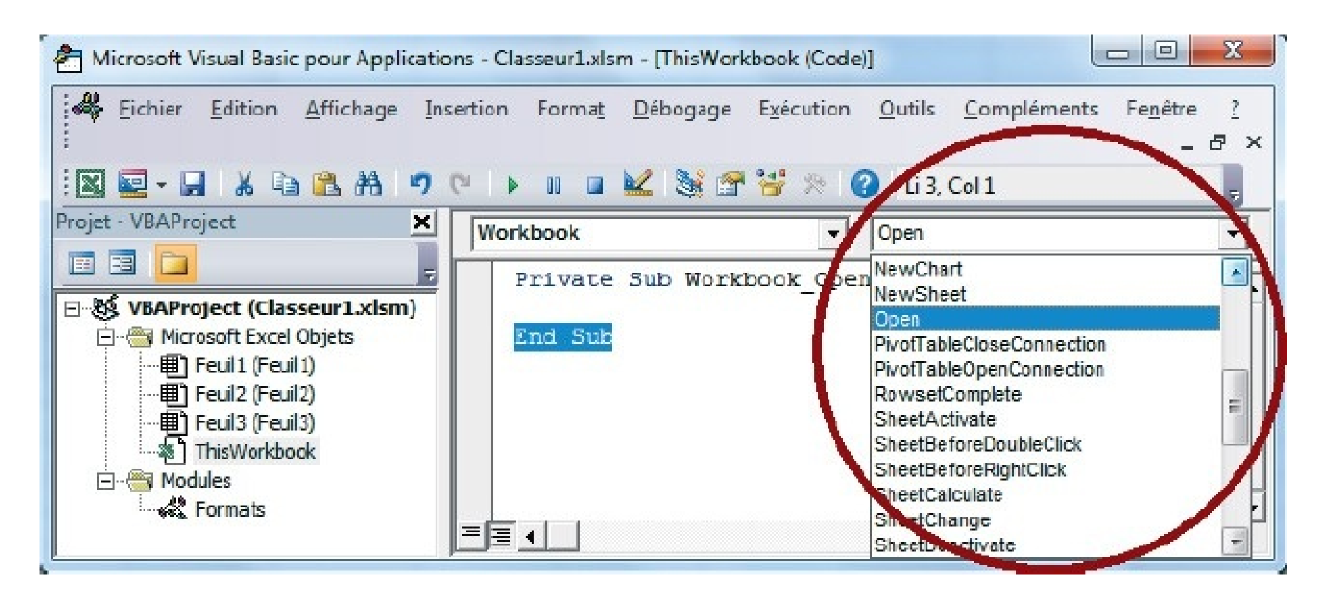


Figure 11–5 36 (Excel 2010) ou 40 (Excel 2013) mots-clés sont disponibles pour intercepter les *événement* susceptibles de survenir dans un classeur. Cette figure n'en montre qu'une toute petite partie.

5 Tapez les quatre lignes du programme (voir figure 11-6). Les lignes vertes correspondent à des commentaires. Elles ne jouent aucun rôle dans l'exécution du programme. Nous reviendrons en détail sur le langage un peu plus loin.

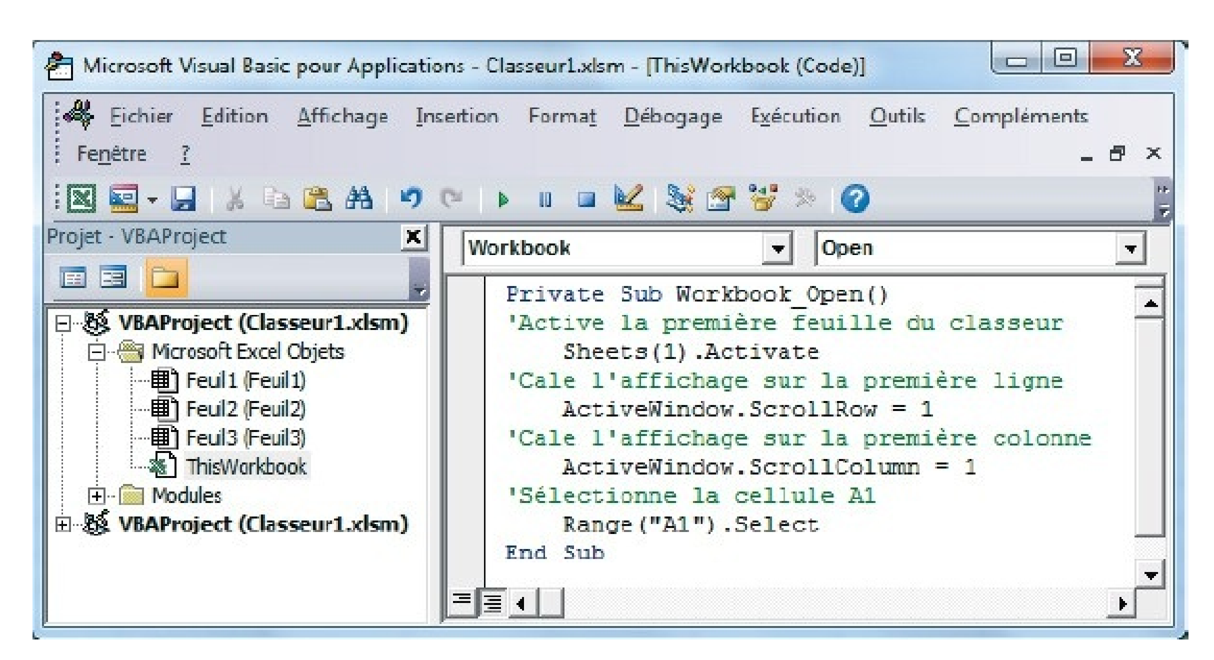


Figure 11–6 Ce programme s'exécutera automatiquement à chaque ouverture du classeur.

6 Quittez VBE (*Alt+Q*). Prenez soin d'activer une autre feuille que la première (simplement pour vérifier que le programme s'exécute correctement). Enregistrez le

classeur et fermez-le.

7 Ouvrez à nouveau votre classeur. Désormais, vous devez voir apparaître le coin supérieur gauche de la première page. Si rien ne se passe comme prévu, ou si vous voyez surgir des messages d'alerte abscons, consultez l'aparté sur la sécurité des macros, un peu plus haut.

Déclencher l'exécution d'un programme en modifiant une cellule d'une feuille de calcul

Un gestionnaire d'immeuble édite tous les trimestres les bulletins d'appel de charges. Il ajuste le montant global du trimestre et souhaite qu'à l'issue de cette modification, les bulletins se créent automatiquement.

1 Si vous n'y êtes pas encore, passez dans VBE (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*).

2 Dans l'*Explorateur de projets*, double-cliquez sur *Feuil1 (Charges)*. La fenêtre d'un nouveau module apparaît à droite.

3 Ouvrez le menu déroulant situé dans le coin supérieur gauche de la fenêtre du module et choisissez *Worksheet*. Dans le module d'une feuille de calcul, la liste déroulante propose *Worksheet* (au lieu de *Workbook* pour un module de classeur).

4 Automatiquement, `Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)` apparaît, ainsi que `End Sub` un peu plus bas. Déroulez la liste située dans le coin supérieur droit de la fenêtre du module et choisissez *Change*. Vous pouvez effacer `Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)` ainsi que le `End Sub` suivant.

5 Saisissez les neuf lignes du programme (voir figure 11-7).

```
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
'Textes à afficher dans la boîte de dialogue
    MText0 = "IMMEUBLE 1 - EDITION DES BULLETINS"
    MText1 = "Vous venez de modifier le montant des charges trimestrielles, "
    MText2 = "voulez-vous lancer l'édition des bulletins d'appel de charges ?"
'Teste l'adresse de la cellule modifiée
        If Target.Address = "$B$3" Then
        'S'il s'agit de la cellule B3, affiche la boîte de dialogue
            MaRep = MsgBox(MText1 & MText2, vbYesNo, MText0)
            'Si l'utilisateur clique sur Oui, la variable MaRep prend la valeur 6
            'S'il clique sur Non, la variable MaRep prend la valeur 7
                If MaRep = 6 Then
                'Si l'utilisateur a choisi Oui,
                'l'édition des bulletins d'appel de charges est lancée
                'par le déclenchement du sous-programme BulletinsEdit
                    BulletinsEdit
                End If
        End If
End Sub
```

Figure 11–7 Ce programme s'exécutera automatiquement à chaque modification effectuée dans la feuille Charges.

OUPS Adapter le programme au livre

L'instruction `BulletinsEdit` est censée exécuter le sous-programme de même nom dont le contenu n'est pas livré dans cet ouvrage. Si vous exécutez le programme tel quel, un message d'erreur apparaîtra. Pour éviter ce problème, saisissez soit une apostrophe en début de ligne, le transformant ainsi en commentaire, soit une instruction de substitution comme : `Msgbox "Remplace l'instruction BulletinsEdit"` (elle affiche une boîte d'alerte avec le texte `Remplace l'instruction BulletinsEdit`).

6 Quittez VBE (*Alt+Q*) et activez la feuille `Charges`. Modifiez la cellule *B3* et pressez la touche *Entrée*.

7 La boîte de dialogue `Édition des bulletins` s'affiche. Si vous cliquez sur *Oui*, le message `Remplace l'instruction BulletinsEdit` apparaît.

8 Tentez une nouvelle exécution en modifiant à nouveau la cellule `B3`, mais cette fois-ci, choisissez *Non*. Le message n'apparaît pas.

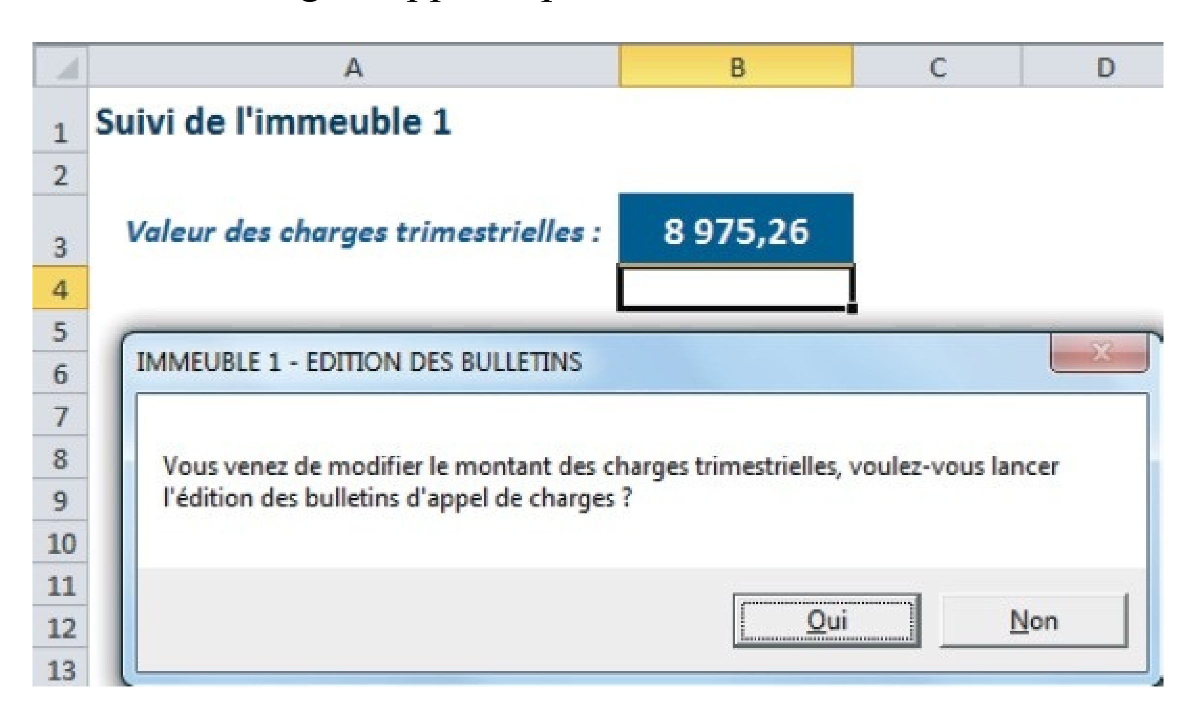


Figure 11–8 Boîte de dialogue affichée automatiquement dès que la cellule B3 est modifiée

COMPRENDRE Pourquoi le programme ne réagit-il qu'à la modification de la cellule B3?

Vous remarquerez que la modification de toute autre cellule que *B3* ne déclenche apparemment rien. En fait, ce n'est pas exact. Le programme s'exécute dès que n'importe quelle cellule est modifiée. C'est l'instruction `If Target.Address = "$B$3" Then` qui fait toute la différence. Elle demande l'exécution des instructions suivantes uniquement en cas de modification de la cellule *B3*. Dans le cas contraire, l'exécution du programme est ramenée sur le dernier `End If` de la macro.

Construire, sous Excel, une fonction de calcul personnalisée

Si vous manipulez régulièrement des formules lourdes et pénibles pour exécuter les

mêmes calculs, vous avez tout intérêt à créer vos propres fonctions personnalisées. À titre d'exemple, nous allons développer une fonction qui renvoie le numéro de semaine d'une date quelconque. Dans le chapitre 5, nous avions vu qu'il existait, sous Excel 2013, deux fonctions : *NO.SEMAINE* et *NO.SEMAINE.ISO*. Sous Excel 2010, seule la fonction *NO.SEMAINE* est proposée et, utilisée sans précaution (c'est-à-dire sans fixer son deuxième argument à `21`), elle ne traite pas correctement les années commençant un vendredi, un samedi ou un dimanche (voir la figure 11-9).

	B	C	D	F	G	H	J	K	L	N	O	P	R	S	T
2	2009	NO.SEMAINE	NumSem	2010	NO.SEMAINE	NumSem	2011	NO.SEMAINE	NumSem	2012	NO.SEMAINE	NumSem	2013	NO.SEMAINE	NumSem
3	jeu 01	1	1	ven 01	1	0	sam 01	1	0	dim 01	1	0	mar 01	1	1
4	ven 02	1	1	sam 02	1	0	dim 02	1	0	lun 02	2	1	mer 02	1	1
5	sam 03	1	1	dim 03	1	0	lun 03	2	1	mar 03	2	1	jeu 03	1	1
6	dim 04	1	1	lun 04	2	1	mar 04	2	1	mer 04	2	1	ven 04	1	1
7	lun 05	2	2	mar 05	2	1	mer 05	2	1	jeu 05	2	1	sam 05	1	1
8	mar 06	2	2	mer 06	2	1	jeu 06	2	1	ven 06	2	1	dim 06	1	1
9	mer 07	2	2	jeu 07	2	1	ven 07	2	1	sam 07	2	1	lun 07	2	2
10	jeu 08	2	2	ven 08	2	1	sam 08	2	1	dim 08	2	1	mar 08	2	2
11	ven 09	2	2	sam 09	2	1	dim 09	2	1	lun 09	3	2	mer 09	2	2
12	sam 10	2	2	dim 10	2	1	lun 10	3	2	mar 10	3	2	jeu 10	2	2
13	dim 11	2	2	lun 11	3	2	mar 11	3	2	mer 11	3	2	ven 11	2	2

Figure 11–9 Lorsqu'une année commence un vendredi (2010), un samedi (2011) ou un dimanche (2012), les deux fonctions ne renvoient pas le même résultat.

OBSERVER Tous à vos agendas

Ouvrez votre agenda 2010 et regardez comment la première semaine est comptabilisée. Vous verrez qu'elle est considérée comme la fin de la 53e semaine de 2009, la semaine 1 ne commençant que le lundi 4 janvier. Si vous ouvrez vos agendas 2011 ou 2012, vous observerez le même phénomène.
Le 1er janvier 2009 tombe un jeudi et se trouve dans la semaine 1. La règle est donc : lorsqu'une année commence un lundi, un mardi, un mercredi ou un jeudi, le 1er janvier correspond à la semaine 1. Si le 1er janvier tombe un vendredi, un samedi ou un dimanche, la semaine 1 ne commence que le lundi suivant.

Dans la figure 11-9, on a reproduit les débuts des années 2009 à 2013. Pour chacune, on a, dans la première colonne, le numéro de semaine renvoyé par la fonction *NO.SEMAINE* et, dans la deuxième colonne, celui renvoyé par la fonction `NumSem` dont le code est donné figure 11-10. On constate que pour 2009 et 2013, les deux fonctions renvoient le même résultat, alors que pour 2010, 2011 et 2012, elles sont en désaccord. La fonction entrée en *C3* est `=NO.SEMAINE(B3;2)`. Elle a été recopiée dans les plages *C3:C13*, *G3:G13*,

K3:K13, *O3:O13* et *S3:S13*. La fonction entrée en *D3* est `=NumSem(B3)`. Elle a été recopiée dans les plages *D3:D13*, *H3:H13*, *L3:L13*, *P3:P13* et *T3:T13*.

Créer la fonction de calcul personnalisée NumSem

1 Pressez les touches *Alt+F11* (ou *Alt+FN+F11*) pour passer dans VBE.

2 Sélectionnez *Insertion>Module*.

3 Entrez le programme exposé figure 11-10.

4 Enregistrez votre classeur.

5 Revenez à Excel en pressant les touches *Alt+Q*.

Nous aborderons le langage lui-même un peu plus loin, dans ce chapitre.

```
Function NumSem(Mdate As Date) As Integer
'Définition des variables utiles pour mener à bien le calcul
    Dim PremJanv As Date
    Dim JourPrem As Integer
    Dim Delta As Integer
    Dim Div7 As Double
'Stocke dans la variable PremJanv le 1er janvier de l'année
'dans laquelle se trouve la date pour laquelle le calcul doit être fait
    PremJanv = DateSerial(Year(Mdate), 1, 1)
'Stocke dans la variable JourPrem un entier correspondant
'à la position du 1er janvier dans la semaine (1 pour dimanche, 2 pour lundi...)
    JourPrem = Weekday(PremJanv)
'Stocke dans la variable Delta -1 si le premier janvier tombe un dimanche,
'0 si le premier janvier tombe un lundi, 1 si le premier janvier tombe un mardi, etc.
    Delta = Application.WorksheetFunction.Choose(JourPrem, -1, 0, 1, 2, 3, -3, -2)
'Stocke dans la variable Div7 le résultat de la division par 7 du nombre de jours
'écoulés entre la date faisant l'objet du calcul et le premier janvier, ajusté
'avec la valeur de la variable Delta
    Div7 = (Mdate - PremJanv + Delta) / 7
'Stocke dans la variable NumSem le résultat du calcul, c'est-à-dire le n° de la semaine
    NumSem = Int(Div7) + 1
End Function
```

Figure 11–10 Code source de la fonction personnalisée qui renvoie le numéro de semaine d'une date quelconque

Tester la fonction de calcul personnalisée NumSem

1 Entrez une date dans une cellule (c'est la date dont on veut obtenir le numéro de semaine).

2 Sélectionnez une autre cellule (pour y saisir la fonction de calcul) et cliquez sur le bouton *Insérer une fonction* (juste à gauche de la barre de formule).

3 Dans la liste *Sélectionnez une catégorie*, choisissez *Personnalisées* et, dans la fenêtre *Sélectionnez une fonction*, choisissez `NumSem`. Cliquez sur *OK* (les fonctions de calcul personnalisées s'utilisent comme les fonctions de calcul d'Excel).

4 Dans la boîte de dialogue suivante, cliquez dans la case `MDate` (nom de l'argument de la fonction) et, en arrière-plan, cliquez dans la cellule contenant votre date (saisie à l'étape 1). Cliquez sur *OK*.

5 La fonction retourne le numéro de semaine.

Rendre l'exécution d'un programme plus ergonomique

Au début de ce chapitre, nous avons vu que, selon la nature des programmes, on ne déclenchait pas leur exécution de la même façon. Pour exécuter une macro qui automatise des tâches, pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*) et choisissez la macro à exécuter dans la liste. L'avantage de cette méthode est de ne nécessiter aucun paramétrage, mais il faut bien avouer qu'elle manque sérieusement de convivialité. Pour un utilisateur lambda, il est bien plus facile de lancer l'exécution d'une macro à partir d'un raccourci clavier, d'un outil de la barre d'outils *Accès rapide*, ou encore à partir d'un clic sur une image, une figure ou un bouton quelconque.

> **ERGONOMIE Associer le programme à la barre d'outils Accès rapide**
>
> Installer une macro sur cette barre offre un outil très pratique pour déclencher l'exécution du programme. Toutefois, nous étudierons cette procédure un peu plus loin, lorsque nous aborderons la personnalisation de la barre d'outils *Accès rapide*.

Exécuter un programme à l'aide d'un raccourci clavier

1 Ouvrez le classeur contenant le premier programme présenté dans ce chapitre, c'est-à-dire `MaPremièreMacro`.

2 Pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*), sélectionnez `MaPremièreMacro` dans la liste, et cliquez sur le bouton *Options*.

3 La boîte de dialogue *Options de macro* s'affiche. Entrez la lettre qui servira de raccourci clavier (`m`) et saisissez le descriptif des tâches réalisées par la macro.

4 Refermez la fenêtre.

Vous pouvez tester votre raccourci en sélectionnant une plage de cellules, puis en pressant les touches *Ctrl+m*.

> **TECHNIQUE Conflit avec les raccourcis clavier d'Excel ?**
>
> Si vous choisissez un raccourci déjà attribué dans Excel, c'est votre macro qui est prioritaire. Lorsque cette dernière est présente en mémoire vive, c'est elle qui s'exécute lorsque le raccourci clavier est actionné. Si elle n'est pas disponible en mémoire vive (lorsque le classeur qui la supporte n'est pas ouvert), c'est la commande d'Excel qui reprend ses droits.

Exécuter un programme en cliquant sur une image

> **OUPS Je n'arrive plus à sélectionner mon image**

Lorsque vous avez associé une macro à une image, dès que vous survolez cette dernière, le curseur prend la forme d'une main et le moindre clic exécute le programme. Si vous souhaitez sélectionner à nouveau l'image sans exécuter la macro, cliquez droit dessus et pressez la touche *Échap*.

1 Insérez l'image sur la feuille, ou dessinez la forme (voir le chapitre 7).

2 Cliquez droit sur l'image ou la forme et choisissez *Affecter une macro* (voir la figure 11-11).



Figure 11–11 On peut associer une macro à une image ou une forme.

3 Dans la liste, sélectionnez la macro à associer à l'image et cliquez sur *OK*.

4 Cliquez à l'extérieur de l'image pour la désélectionner.

Pour tester son exécution, sélectionnez une plage de cellules et cliquez sur l'image ou sur la forme.

TECHNIQUE Définir une macro comme un complément Excel

Lorsque vous cliquez sur *Développeur>Compléments>Compléments*, le dialogue *Macro complémentaire* s'affiche. Il présente une liste de commandes spécifiques, qui ne font pas partie de l'installation standard d'Excel. Dans le chapitre 5, nous en avons installé et utilisé une : le *solveur*. Vous pouvez conférer à vos macros le statut de complément Excel et en enrichir la liste du dialogue *Macro complémentaire*. Pour cela, stockez dans un classeur toutes les macros que vous souhaitez utiliser ainsi et enregistrez-le sous le format *Macro complémentaire Excel (*.xlam)*.
Dans la boîte de dialogue *Enregistrer sous*, dès que vous sélectionnez *Format Macro complémentaire Excel (*.xlam)* dans la liste des types de fichiers, Excel active le répertoire *AddIns* situé au bout du chemin C:\Utilisateurs\<Nom utilisateur>\AppData\Roaming\Microsoft. Surtout, ne changez rien et enregistrez votre fichier (`.xlam`) dans ce répertoire. Si vous cliquez sur le bouton *Développeur>Compléments>Compléments*, le dialogue apparaît à nouveau. Vous constatez qu'il s'est enrichi d'une ou plusieurs case(s). Pour rendre disponible une macro, cochez la case

correspondante.

Comprendre VBA, le langage de programmation d'Excel

Maintenant que vous savez créer et exécuter les trois types de programmes, penchons-nous sur le langage afin de mieux en comprendre les mécanismes. Avec VBA, vous manipulez des objets. Ces derniers constituent les éléments qui composent l'application et sont regroupés dans des bibliothèques. La bibliothèque d'objets Excel, par exemple, offre un peu plus de 250 objets (feuille de calcul, cellule, graphique, etc.). Pour connaître toutes les bibliothèques disponibles, choisissez, à partir de VBE, *Affichage>Explorateur d'objets* ou pressez la touche *F2* (ou *FN+F2*), puis déroulez la liste des bibliothèques.

MISE EN GARDE Attention aux retours à la ligne

Pour garder certaines copies d'écran lisibles, nous avons été contraints de présenter certaines instructions sur deux lignes. Vous devez les saisir sur une seule ligne (11-21, 11-31, 11-36, 11-39).

VBA : des collections d'objets définis à travers des classes

Une classe représente la définition formelle de l'objet. C'est le modèle à partir duquel une occurrence d'objet est créée au moment de l'exécution (voir plus loin l'aparté sur les modules de classes). La classe définit les propriétés de l'objet ainsi que ses méthodes (voir plus loin la section traitant des méthodes et des propriétés). Les classes d'objets disponibles, toutes bibliothèques confondues, apparaissent dans la fenêtre *Classes* de l'*Explorateur d'objets*. Vous obtiendrez un affichage sélectif en choisissant une bibliothèque particulière (par exemple, *Excel*) dans la liste des bibliothèques.

Une collection est un objet qui en contient plusieurs. Dans Excel par exemple, l'objet `Sheets` (feuilles) contient toutes les feuilles d'un classeur. Les éléments d'une collection sont identifiables par leur index ou par leur nom. Par exemple, on peut désigner la première feuille d'un classeur par sa position (`1`) ou par son nom (`"Feuil1"`) : `Sheets("Feuil1")` ou `Sheets(1)`.

VBA : des objets dotés de méthodes et de propriétés

L'*Explorateur d'objets* affiche non seulement l'ensemble des objets disponibles, mais également la liste de tout ce que vous pouvez faire avec, c'est-à-dire la liste de leurs méthodes et de leurs propriétés.

Les méthodes correspondent à tout ce que vous pouvez faire avec un objet. Par exemple, une feuille peut être sélectionnée (`Select`), copiée dans un nouveau classeur (`Copy`), etc. Elles sont facilement repérables par une signalétique identique (un petit objet vert en

mouvement). Dans les programmes, vous les rencontrerez au sein d'instructions comme `Sheets("Feuil1").Select` ou encore `Sheets(1).Copy`.

Les propriétés qualifient l'objet. Elles sont également facilement repérables par une signalétique identique (une main tenant une carte). Par exemple, une feuille peut être affichée ou masquée (`Visible`). L'instruction `Sheets(1).Visible = False` masque la première feuille du classeur actif. On peut également chercher à connaître le nom du classeur dans lequel elle se trouve. L'instruction `MNomClass = Sheets(1).Parent.Name` stocke le nom du classeur actif dans la variable `MNomClass`.

VBA : des objets organisés en bibliothèques

La liste des bibliothèques disponibles à un instant T n'est pas figée. Si vous voulez piloter des objets Word à partir d'Excel, il faut simplement que vous rendiez disponible la bibliothèque correspondante.

> **SAVOIR Numéros de version des bibliothèques**
>
> Sous Office 2003, la bibliothèque d'objets Excel était intitulée Microsoft Excel 11.0 Object Library. Le numéro de version est passé à 12.0 sous Office 2007, 14.0 sous Office 2010 et 15.0 sous Office 2013.

Activer, dans Excel, la bibliothèque d'objets Word

1 À partir de VBE, sélectionnez *Outils>Références*.

2 Dans la boîte de dialogue *Références – VBAProject*, cherchez *Microsoft Word 14.0 Object Library* ou *Microsoft Word 15.0 Object Library*, cochez la case correspondante (voir figure 11-12) et cliquez sur *OK*. Pour en disposer, il faut bien évidemment que vous ayez installé en amont une version 2010 ou 2013 de Word.

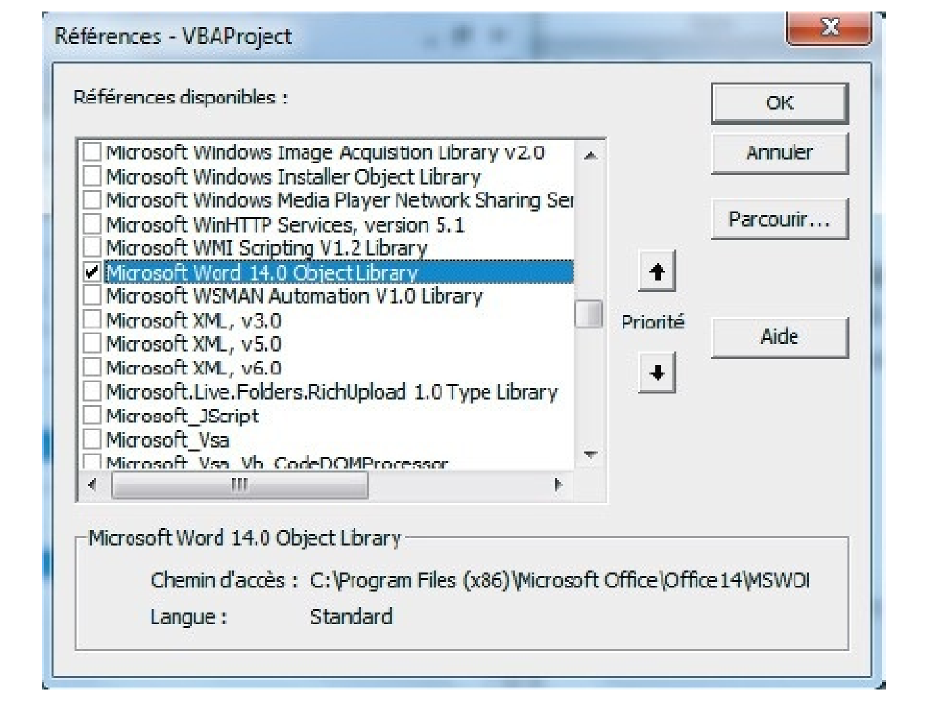


Figure 11–12 Enrichissez la liste des objets disponibles pour votre programmation en activant les bibliothèques auxquelles ils appartiennent.

3 À partir de l'explorateur d'objets, déroulez une nouvelle fois la liste des bibliothèques. Word y apparaît et ses objets sont disponibles pour votre programmation.

EXPERT Une immense réserve d'objets

Le dialogue *Références* offre près de 500 bibliothèques supplémentaires. N'hésitez pas à les explorer. Toutefois, prêtez attention aux numéros de versions. Si sous Excel 2010, vous créez un programme utilisant des bibliothèques supplémentaires, ne le diffusez pas auprès d'utilisateurs équipés de versions antérieures. La plupart du temps, ils auraient des difficultés à l'utiliser.

Utiliser des objets Word à partir d'Excel

Une fois la bibliothèque d'objets Word activée, encore faut-il savoir comment manipuler ses objets. Le programme présenté ici ouvre, à partir d'Excel, un nouveau document Word pour y écrire une phrase et l'enregistrer avant de quitter le traitement de texte.

```
Sub ProgWord()
'Récupère dans la variable MCh le chemin d'accès au classeur
'dans lequel est créé le programme ProgWord
    MCh = ThisWorkbook.Path
'Récupère dans la variable MSep le séparateur en vigueur
'dans l'environnement de travail / pour PC et : pour Mac
    MSep = Application.PathSeparator
'Récupère dans la variable MNomDoc le nom à attribuer
'au fichier Word
    MNomDoc = "DocWordTest"
'Définit une nouvelle instance de l'application Word
        Set WdApp = New Word.Application
        'Crée un nouveau document Word
            WdApp.Documents.Add
        'Entre le texte "Ceci est un document de test" dans le document
            WdApp.Selection.TypeText Text:="Ceci est un document de test"
      'L'enregistre dans le même répertoire que le classeur contenant
      'le programme
          WdApp.ActiveDocument.SaveAs Filename:=MCh & MSep & MNomDoc & ".docx"
      'Referme la fenêtre de l'application Word
          WdApp.ActiveWindow.Close
'Nettoie la mémoire
      Set WdApp = Nothing
End Sub
```

Figure 11–13 Pour utiliser les objets Word à partir d'Excel, il faut ouvrir une nouvelle instance de l'application et ne pas oublier d'en nettoyer la mémoire une fois les tâches accomplies.

ALLER PLUS LOIN Modules de classes

Excel contient environ 250 classes d'objets. Malgré cette profusion, il est possible que vous ayez besoin d'en définir une nouvelle, indisponible dans les bibliothèques existantes. Pour y parvenir, il faut ouvrir un *Module de classe* depuis le menu *Insertion* et y décrire les méthodes et les propriétés du nouvel objet.

1. Donnez au module de classe le nom de la nouvelle classe d'objet (en affichant la fenêtre *Propriétés*).
2. Utilisez l'instruction `Sub` pour décrire ses méthodes et `Property Get` pour lire ses propriétés (voir figure 11-14).

L'exemple proposé ici consiste à créer la nouvelle classe d'objet `Humeur`. Elle est dotée de deux méthodes (`RendreGai` et `RendreTriste`) et d'une propriété (`SelonJour`). La première méthode applique un fond rouge à toutes les cellules de la plage sélectionnée et la deuxième méthode applique un fond noir. La propriété `SelonJour` prend une valeur différente en fonction du jour de la semaine. Si elle est activée un lundi ou un mardi, elle prend la valeur 16 ; si c'est un samedi ou un dimanche, elle prend la valeur 44, etc. (voir figure 11-14).

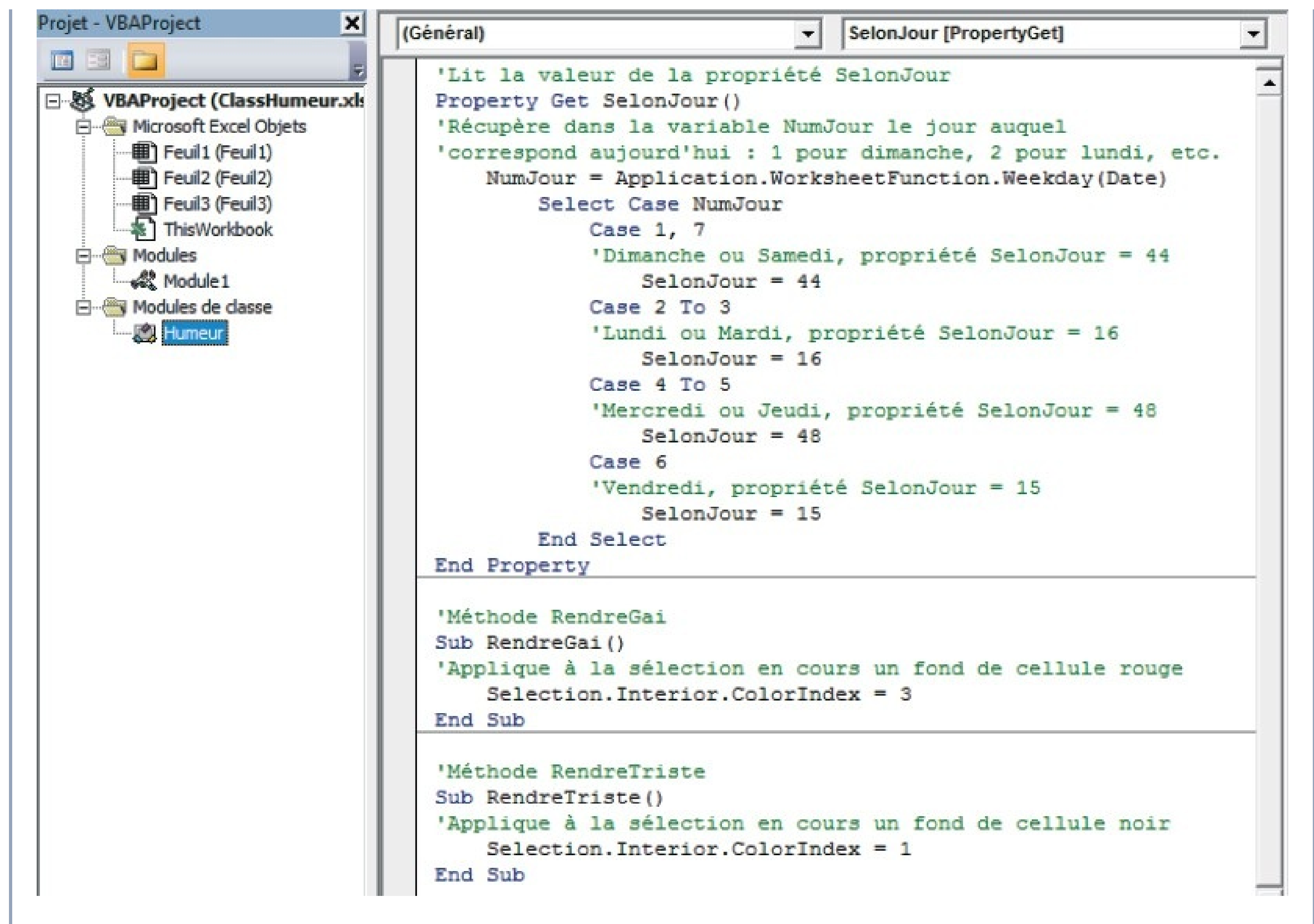


Figure 11–14 Définition de la nouvelle classe d'objet Humeur

Pour faire appel à cet objet dans un programme, utilisez le mot-clé `New`, afin d'en créer une nouvelle instance. En fin de programme, n'oubliez pas de libérer la mémoire en utilisant l'instruction `Set NomDuNouvelObjet = Nothing` (voir figure 11-15).

Projet - VBAProject

VBAProject (ClassHumeur.xlsn
Microsoft Excel Objets
Feuil1 (Feuil1)
Feuil2 (Feuil2)
Feuil3 (Feuil3)
ThisWorkbook
Modules
Module1
Modules de classe
Humeur

(Général) — NouvHumeur

```
Sub NouvHumeur()
'Avec le mot clé New, une nouvelle instance
'de l'objet Humeur est générée
    Dim NouvelleHumeur As New Humeur
'Boîte de dialogue permettant de tester l'humeur
'de l'utilisateur
    MaRep = MsgBox("Gai aujourd'hui ?", vbYesNo)
        If MaRep = 6 Then
        'Cas où l'utilisateur est gai
            'Applique la méthode RendreGai à la nouvelle
            'instance de l'objet humeur
                NouvelleHumeur.RendreGai
        Else
        'Cas où il est triste
            'Applique la méthode RendreTriste à la nouvelle
            'instance de l'objet humeur
                NouvelleHumeur.RendreTriste
        End If
'Lit la propriété SelonJour et l'utilise pour mettre
'en couleur le fond de la cellule active
    ActiveCell.Interior.ColorIndex = NouvelleHumeur.SelonJour
'Nettoie la mémoire de la nouvelle instance de l'objet Humeur
    Set NouvelleHumeur = Nothing
End Sub
```

Figure 11–15 Un exemple d'utilisation de la nouvelle classe d'objet Humeur

Le programme présenté figure 11-15 affiche une boîte de dialogue parée de deux boutons `Oui` et `Non`, posant la question `"Gai aujourd'hui ?"`. Si l'utilisateur clique sur `Oui`, le programme applique au nouvel objet la méthode `RendreGai`, sinon, il lui applique la méthode `RendreTriste`.

Lorsqu'une plage est sélectionnée, on distingue toujours la cellule active (celle qui, bien qu'intégrée à la sélection, continue d'apparaître en blanc et qui recevra la saisie, si l'utilisateur en fait une). La dernière instruction du programme (avant nettoyage de la mémoire) applique à cette cellule active la valeur de la propriété `SelonJour`. À l'issue de l'exécution de ce programme, toutes les cellules de la plage sélectionnée seront donc soit rouges, soit noires, à l'exception de la cellule active qui prendra une teinte différente.

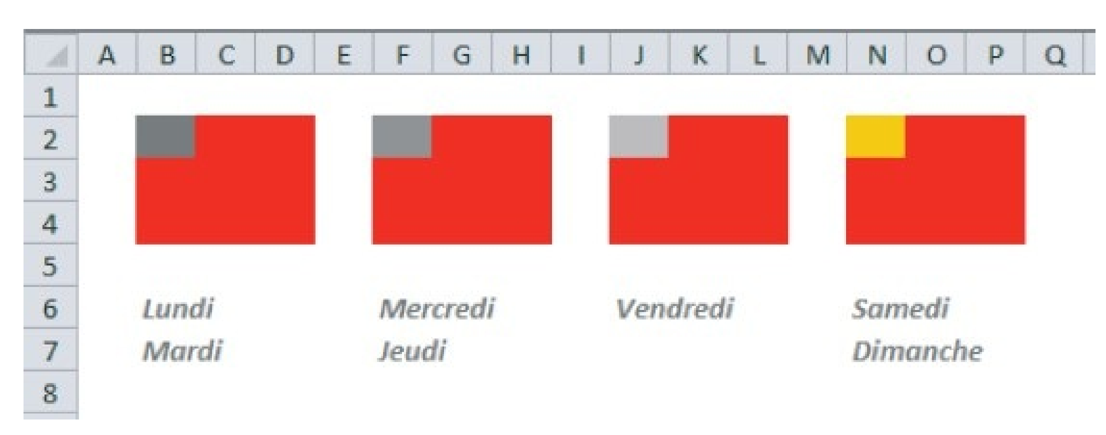


Figure 11–16 Le programme NouvHumeur a été exécuté successivement sur les plages B2:D4, F2:H4, J2:L4 et N2:P4.

À la figure 11-16, le programme a été exécuté quatre fois de suite, à quatre dates différentes (lundi, mercredi, vendredi et samedi) ; c'est pourquoi les premières cellules n'ont pas la même couleur. En

revanche, l'humeur générale de la semaine ayant été bonne, toutes les plages sont rouges.

VBA : comprendre sa syntaxe

Depuis le début de ce chapitre, nous avons donné plusieurs exemples de programmes sans en expliquer la syntaxe. Nous allons maintenant remédier à cette lacune.

Introduire un module par l'instruction Sub ou Function ?

Parmi les neuf programmes présentés jusqu'ici, certains commencent par l'instruction `Sub` et d'autres par `Function`.

- Utilisez l'instruction `Sub` lorsque vous créez un programme chargé d'automatiser une tâche (encadrement automatique, création d'un nouveau document, etc.).
- Utilisez l'instruction `Function` lorsque vous créez une fonction de calcul personnalisée (comme la fonction `NumSem` présentée figure 11-10). Si elle emploie des arguments, déclarez-les entre parenthèses, après le nom de la fonction. La structure générale d'un tel programme est :

```
Function NomFonction(Argument1, Argument2, …)
   Instruction1
   Instruction2
   …
   Instructionn
   NomFonction = valeur à renvoyer
End Function
```

EN PRATIQUE Organisez vos modules

Un module peut prendre en charge plusieurs programmes, qu'ils soient de type `Sub` ou `Function`. Lorsque vous demandez à Excel d'exécuter l'un ou l'autre, il pointe vers la ligne `Sub` ou `Function` correspondante et exécute les instructions suivantes jusqu'à la ligne `End Sub` ou `End Function`. Regroupez vos programmes par thème et donnez à vos modules des noms explicites.

Comment demander à exécuter la méthode d'un objet ?

Pour demander à exécuter la méthode d'un objet, utilisez une instruction du type : `Objet.Méthode`. Dans les programmes présentés jusqu'alors, vous en avez rencontré plusieurs exemples : `Sheets(1).Activate`, qui active la première feuille du classeur actif, `Range("A1").Select`, qui sélectionne la cellule *A1* de la feuille active, et `WdApp.Documents.Add`, qui ouvre un nouveau fichier Word. Si la méthode utilisée nécessite de préciser certains paramètres, il faut les indiquer à la suite : `Objet.MéthodeParamètre1:=ValeurParamètre1, Paramètre2:=ValeurParamètre2, …, Paramètren:=ValeurParamètren`. La macro `ProgWord` en offre un exemple avec

l'instruction `WdApp.ActiveDocument.SaveAs Filename:=MCh & MSep & MNomDoc & ".docx"`. La méthode `SaveAs` utilise le paramètre `Filename` qui définit le nom du document, son chemin d'accès et le format sous lequel il doit être enregistré.

Comment modifier la valeur de la propriété d'un objet ?

Lorsque vous souhaitez modifier la valeur de la propriété d'un objet, utilisez une instruction du type : `Objet.Propriété = NouvelleValeurPropriété`. Vous avez déjà rencontré ce type d'instruction dans les programmes présentés jusqu'alors. Dans `MaPremièreMacro`, `Selection.Borders(xlEdgeLeft).ThemeColor = 1` applique un trait d'encadrement (`Borders`), teinté selon la première couleur du thème (`ThemeColor = 1`), sur le bord gauche de la sélection `(xlEdgeLeft)`. Dans le programme `Workbook_Open`, `ActiveWindow.ScrollRow = 1` modifie les paramètres de défilement de la fenêtre active de manière à ce que la première ligne apparaisse en haut de l'écran. Dans le programme `RendreGai`, `Selection.Interior.ColorIndex = 3` applique un fond rouge à la sélection.

À quoi servent les variables et comment les manipuler ?

Dans certains programmes, on est amené à employer des variables pour stocker des valeurs intermédiaires. Cinq des neuf programmes présentés jusqu'alors en utilisent. Si vous êtes rigoureux, les premières instructions de votre programme doivent servir à déclarer les variables que vous allez utiliser. Pour cela, à l'image de ce qui est fait dans la macro `NumSem`, employez le mot-clé `Dim`. `Dim PremJanv As Date` définit `PremJanv` comme une variable et indique qu'elle stockera une date (`Date` est un mot-clé pour définir un type de variable. Voir la figure 11-17). Dans ce programme, deux autres variables sont déclarées sans avoir recours au mot-clé `Dim`. Il s'agit de l'argument, dont la nature et le nom sont indiqués entre parenthèses (`MDate As Date`) et du nom de la fonction elle-même, qui doit retourner un entier `NumSem(…) As Integer` (voir la figure 11-17).

Type de données	Commentaire	Taille d'enregistrement	Plage
Byte		1 octet	*0 à 255*
Boolean		2 octets	*True ou False*
Integer		2 octets	*-32 768 à 32 767*
Long	*Entier long*	4 octets	*-2 147 483 648 à 2 147 483 647*
Single	*Virgule flottante, simple précision*	4 octets	*-3,402823E38 à -1,401298E-45 pour les valeurs négatives. 1,401298E-45 à 3,402823E38 pour les valeurs positives*
Double	*Virgule flottante, double précision*	8 octets	*-1,79769313486232E308 à -4,94065645841247E-324 pour les valeurs négatives. 4,94065645841247E-324 à 1,79769313486232E308 pour les valeurs positives*
Currency	*Entier à décalage*	8 octets	*-922 337 203 685 477,5808 à 922 337 203 685 477,5807*
Decimal		14 octets	*+/-79 228 162 514 264 337 593 543 950 335 sans séparateur décimal ; +/-7,9228162514264337593543950335 avec 28 chiffres à droite du séparateur décimal ; le plus petit nombre différent de zéro est +/-0,0000000000000000000000000001*
Date		8 octets	*1er janvier 100 au 31 décembre 9999*
Object		4 octets	*Toute référence à des données de type Object*
String	*Longueur variable*	10 octets +longueur de la chaîne	*0 à environ 2 milliards*
String	*Longueur fixe*	Longueur de la chaîne	*1 à environ 65 400*
Variant	*Nombres*	16 octets	*Toute valeur numérique, avec la même plage de valeurs qu'une donnée de type Double*
Variant	*Caractères*	22 octets +longueur de la chaîne	*Même plage de valeurs qu'une donnée de type String de longueur variable*

Figure 11–17 Types de variables disponibles

Excel vous autorise à utiliser des variables sans avoir pris soin de les déclarer en début de programme. C'est ce qui a été fait dans la macro `ProgWord`, où les variables `MCh`, `MSep` et `MNomDoc` sont employées sans déclaration préalable. Dans ce cas, Excel leur attribue automatiquement la nature `Variant` qui leur permet de stocker tout type de donnée. Ce format par défaut n'optimise pas la mémoire nécessaire au stockage (voir la figure 11-17).

VBA : maîtriser les principales structures conditionnelles

Des structures conditionnelles ont été utilisées dans les trois macros `Worksheet_Change`, `SelonJour` et `NouvHumeur`. À chaque fois, elles ont servi à tester une variable et orienter le programme sur des instructions différentes, selon le résultat du test.

Évaluer une condition : If…End If

Dans cette structure, le programme évalue `Condition₁`. Si elle est vraie, il exécute les instructions rencontrées jusqu'au `ElseIf` ou `Else` suivant, puis il se branche juste après l'instruction `End If`. Si elle est fausse, il évalue `Condition₂`. Si cette dernière est vraie, il procède comme pour `Condition₁` et, si elle est fausse, il explore les conditions suivantes. Il poursuit ainsi ses évaluations jusqu'à ce qu'il rencontre une condition vraie. S'il n'en rencontre aucune, il se branche sur l'instruction `Else`.

```
If Condition1 Then
…
ElseIf Condition2 Then
…
ElseIf Conditionn Then
…
Else
…
End If
```

La structure `If… End If` a été utilisée dans le programme `Worksheet_Change` (voir la figure 11-7). La condition sert à tester la référence de la cellule modifiée dans la feuille `Charges` (`If Target.Address = "$B$3"`). S'il s'agit de la cellule *B3*, une boîte de dialogue demande à l'utilisateur si l'édition des bulletins doit être exécutée. Pour toute autre cellule, le programme passe directement à l'instruction `End If`.

Évaluer une condition : Select Case…End Select

Dans cette structure, `Case Valeur₁` exprime la condition `If Variable = Valeur₁`. Si elle est vraie, le programme exécute toutes les instructions suivantes, jusqu'à la prochaine ligne `Case`, puis il se branche juste après l'instruction `End Select`. Si elle est fausse, il évalue la condition `Case Valeur₂` et procède de la même manière que pour `Valeur₁`. S'il n'a rencontré aucune condition vraie, il exécute les instructions situées après la ligne `Case Else`.

```
Select Case Variable
   Case Valeur1
   …
   Case Valeur2
   …
   Case Valeurn
   …
   Case Else
   …
```

```
End Select
```

La structure `Select Case…End Select` a été mise en œuvre dans le programme `SelonJour` (voir la figure 11-14) pour évaluer la variable `NumJour` (entier indiquant la position d'une date dans la semaine). Selon la valeur de cette dernière (`1`, `2` … `7`), le programme stocke dans `SelonJour` `44`, `16`, `48` ou `15`.

> **EN PRATIQUE Expressions synthétiques**
>
> Pour évaluer une variable dans une fourchette de valeurs, vous pouvez utiliser l'expression `Case` $\texttt{Valeur}_{Plancher}$ `To` $\texttt{Valeur}_{Plafond}$. Par exemple, `Case 1 To 10` teste la variable afin de savoir si elle prend sa valeur entre `1` et `10`.
> Pour évaluer une variable dans une liste de valeurs, vous pouvez utiliser l'expression `Case` $\texttt{Valeur}_1$, $\texttt{Valeur}_2$, …, $\texttt{Valeur}_n$. Par exemple, `Case 1, 7` teste la variable afin de savoir si elle prend les valeurs `1` ou `7`.

VBA : maîtriser les principales structures de boucles

Pour exécuter plusieurs fois une séquence d'instructions, il est judicieux d'utiliser une structure de boucle. Vous en trouverez des illustrations dans les macros `GraphNuagePoints`, `ExtractForm`, `AnalyseFormula`, `Proteger_Click`, `Deproteger_Click`, `Arrondir_Click` et `MacroConso`.

Boucle : For... Next

Cette structure répète un certain nombre de fois la séquence $\texttt{Instruction}_1$ à $\texttt{Instruction}_n$.

```
For Compteur = Valeur1 to Valeurfin Step ValeurPas
   Instruction1
   Instruction2
   …
   Instructionn
Next Compteur
```

> **COMPRENDRE Calcul d'une boucle For…Next**
>
> 1. Excel attribue $\texttt{Valeur}_1$ à la variable `Compteur`.
> 2. Il exécute $\texttt{Instruction}_1$ à $\texttt{Instruction}_n$.
> 3. `Next Compteur` renvoie l'exécution du programme sur la ligne `For`.
> 4. À la deuxième boucle, `Compteur` prend la valeur $\texttt{Valeur}_1$ + $\texttt{Valeur}_{Pas}$.
> 5. Si le nombre $\texttt{Valeur}_1$ + $\texttt{Valeur}_{Pas}$ est supérieur à $\texttt{Valeur}_{fin}$, la boucle est interrompue et l'exécution du programme est renvoyée à l'instruction suivant immédiatement `Next Compteur`. Si elle est inférieure ou égale à $\texttt{Valeur}_{fin}$, le programme boucle à nouveau sur les étapes 2 à 4.

Boucle : For Each…Next

Cette structure boucle sur tous les objets d'une collection et exécute la séquence `Instruction`$_1$ à `Instruction`$_n$ autant de fois qu'il y a d'objets dans la collection.

```
For Each Objet in Collection
   Instruction₁
   Instruction₂
   …
   Instructionₙ
Next Objet
```

Si vous souhaitez, par exemple, exécuter une série d'instructions pour chaque cellule d'une plage sélectionnée, utilisez le code suivant :

```
For Each Variable in Selection
   Instruction₁
   Instruction₂
   …
   Instructionₙ
Next Variable
```

ASTUCE Faire confiance à Excel

Cette structure vous évite de préciser le nombre d'objets à parcourir. En indiquant simplement le nom de la collection (ici, `Selection` désigne la plage sélectionnée), Excel est capable de passer en revue l'intégralité des objets qui la composent (voir plus loin la macro `Arrondir_Click`).

Boucle : DoWhile…Loop ou Do…Loop While

La structure `Do While…Loop` répète la séquence `Instruction`$_1$ à `Instruction`$_n$ tant que `Condition` est vraie. La structure `Do…Loop While` rend le même service, mais en ne conditionnant pas la première exécution des instructions.

```
Do While Condition
   Instruction₁
   Instruction₂
   …
   Instructionₙ
Loop
```

COMPRENDRE Calcul d'une boucle Do While…Loop

1. Excel évalue `Condition`.

2. Si elle est vraie, il exécute `Instruction₁` à `Instructionₙ` puis `Loop` branche à nouveau le programme sur la ligne `Do While` (on revient à l'étape 1).
3. Si elle est fausse, la boucle est interrompue et l'exécution du programme est renvoyée sur la ligne située juste après `Loop`.

Boucle : DoUntil…Loop ou Do…Loop Until

La structure `Do Until…Loop` répète la séquence $Instruction_1$ à $Instruction_n$ tant que `Condition` est fausse. La structure `Do…Loop Until` rend le même service, mais en ne conditionnant pas la première exécution des instructions.

```
Do Until Condition
   Instruction1
   Instruction2
   …
   Instructionn
Loop
```

COMPRENDRE Calcul d'une boucle Do Until…Loop

1. Excel évalue `Condition`.
2. Si elle est fausse, il exécute $Instruction_1$ à $Instruction_n$ puis `Loop` branche à nouveau le programme sur la ligne `Do Until` (on revient à l'étape 1).
3. Si elle est vraie, la boucle est interrompue et l'exécution du programme est renvoyée sur la ligne située juste après `Loop`.

Cinq programmes pour aller plus loin

Les cinq programmes présentés dans cette section répondent à des besoins concrets évoqués tout au long de cet ouvrage. En outre, ils vous permettront de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises dans la section précédente.

Afficher les étiquettes de données dans un graphique en nuage de points

La figure 11-18 présente le graphique en nuage de points obtenu à partir de la sélection de la plage *B2:G3*. Chaque point représente une année et correspond à la rencontre d'une abscisse `x` (le CA) et d'une ordonnée `y` (le personnel). Dans le chapitre 8, nous avions déjà étudié un graphique en nuage de points et, à cette occasion, nous avions déploré le fait de ne pas disposer d'un outil simple et efficace, sous Excel 2010, pour afficher l'année à côté du point correspondant. Nous avons vu, dans ce même chapitre, que sous Excel 2013, cette lacune était maintenant comblée. Si vous travaillez encore sous Excel

2010, la seule solution, ébauchée dans ce chapitre, était d'afficher les étiquettes de données et de les transformer ensuite une à une.



	A	B	C	D	E	F	G
1		2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	CA	45	48	56	59	64	70
3	Personnel	34	38	41	45	50	52

Figure 11–18 Physionomie du graphique en nuage de points après quelques mises en forme apportées au tracé initial.

RAPPEL Afficher les étiquettes de données sous Excel 2010

Sous Excel 2010, pour associer des étiquettes aux points d'un graphique :

1. Sélectionnez la série concernée.
2. Déroulez le bouton *Outils de graphique>Disposition>Étiquettes>Étiquettes de données*.
3. En sélectionnant *Autres options d'étiquettes de données*, vous pouvez orienter le contenu des étiquettes… mais aucune d'elles ne propose d'afficher les années (voir figure 11-19).



Figure 11–19 Voici, sous Excel 2010, un exemple de toutes les informations qu'il est possible d'afficher automatiquement dans une étiquette de donnée.

Sur la figure 11-19, l'étiquette du premier point de la série est composée du nom de la série (`Série1`), de sa valeur X (`45`) et de sa valeur Y (`34`). On peut même afficher un rappel du symbole de la légende (le petit losange, à gauche du point). Pour parvenir à nos fins, nous allons utiliser l'étiquette de données qui est idéalement placée, puis, par une petite astuce, nous modifierons son contenu de manière à ce qu'elle affiche l'année.

À la figure 11-20, une formule est en cours de construction pour lier la cellule *B1* à

l'étiquette du premier point de la série.

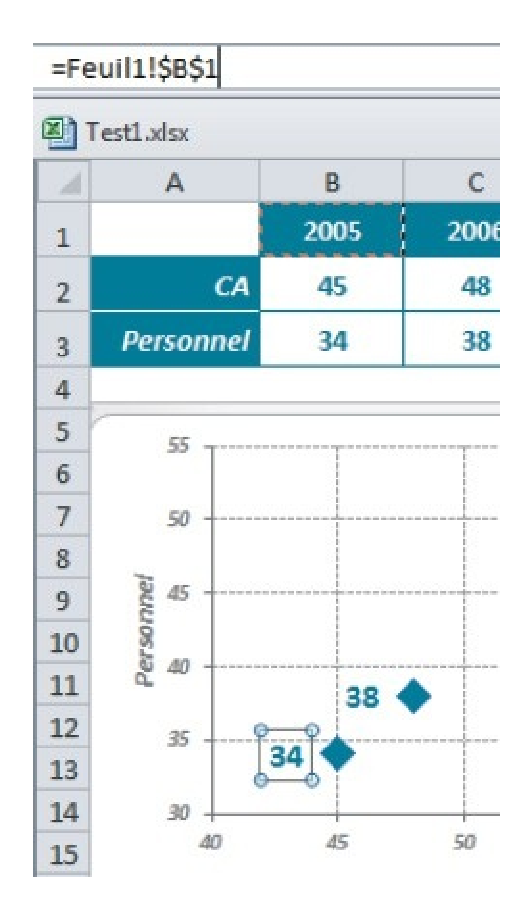


Figure 11–20 Les étiquettes de données peuvent accepter une formule.

Pour obtenir ce résultat :

1 Cliquez sur l'une des étiquettes du graphique (toutes les étiquettes sont sélectionnées).

2 Cliquez sur la première étiquette (seule la première étiquette est sélectionnée).

3 Cliquez dans la barre de formule et entrez `=`.

4 En arrière-plan, cliquez dans la cellule *`B1`*. `=Feuil1!$B$1` apparaît dans la barre de formule.

5 Validez en pressant la touche *`Entrée`*. `2005` s'affiche à côté du premier point du graphique.

Le graphique contenant six points, il faut exécuter six fois de suite ces instructions. La macro affichée figure 11-21 automatise cette procédure, quel que soit le nombre de points à « habiller ».

Créer le programme GraphNuagePoints

Dans un classeur quelconque, passez dans l'environnement de programmation (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*), créez un nouveau module et saisissez les instructions du programme en vous inspirant de la figure 11-21. Les premières lignes du programme servent à repérer la position de la sélection (numéro de la ligne, de la première colonne et nombre de colonnes). Elle lit également le nom du classeur actif. Pour simplifier l'écriture des

formules, le programme commence par attribuer aux cellules *B1*, *C1*, … *G1* les noms `Valeur1`, `Valeur2`, … `Valeur6`. Pour cela, il met en œuvre une boucle de type `For…Next`.

```
Sub GraphNuagePoints()
'Analyse la position de la sélection
    MLg1 = ActiveCell.Row
    MCl1 = ActiveCell.Column
    MCls = Selection.Columns.Count
    MClass = ActiveWorkbook.Name
'Nomme Valeur1, Valeur2, etc. les cellules contenant les titres
'à associer aux étiquettes de points
        For Cpt = 1 To MCls
            Cells(MLg1, MCl1 + Cpt - 1).Name = "Valeur" & Cpt
        Next Cpt
'Active le graphique
    ActiveSheet.ChartObjects(1).Activate
'Associe chaque titre aux étiquettes
    For Cpt = 1 To MCls
        MaFormule = "='" & MClass & "'!Valeur" & Cpt
        ActiveChart.SeriesCollection(1).Points(Cpt)
                        .DataLabel.Formula = MaFormule

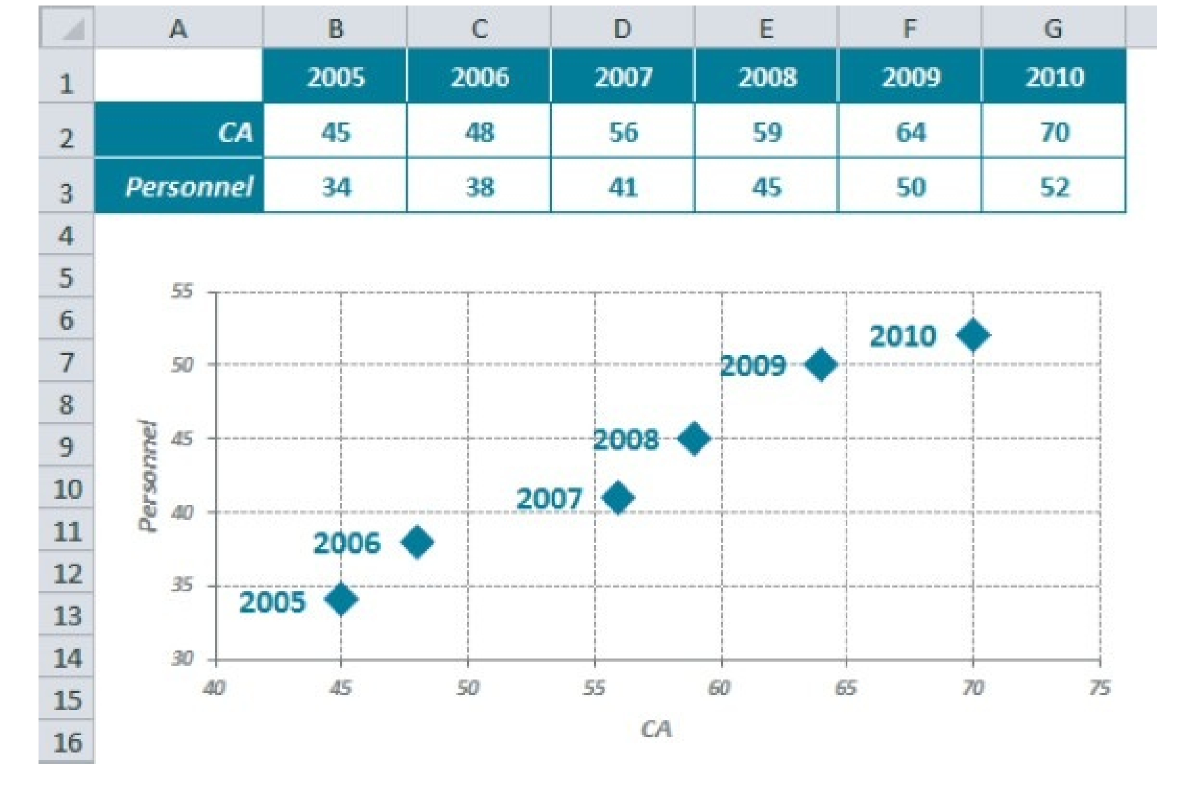
    Next Cpt
'Désactive la fenêtre du graphique
    ActiveWindow.Visible = False
End Sub
```

Figure 11–21 La macro GraphNuagePoints.

L'instruction suivante active le graphique pour associer étiquettes et cellules. Ainsi libellée, elle sous-entend que le graphique est seul dans la feuille active ou qu'il a été tracé en premier. Pour associer étiquettes et cellules, le programme utilise à nouveau une boucle de type `For…Next`. La première instruction de la boucle construit la formule et la stocke dans la variable `MaFormule`. Si votre classeur s'appelle `Class1`, la formule créée pour la première étiquette sera `=Class1.xlsx!Valeur1`. La deuxième instruction de la boucle se contente d'associer chaque étiquette à la formule stockée dans la variable `MaFormule`. La dernière instruction du programme ne sert qu'à désactiver la fenêtre du graphique.

Exécuter le programme GraphNuagePoints

Pour tester le programme, sélectionnez simplement la plage contenant les libellés à associer aux étiquettes du graphique (dans notre exemple, il s'agit de *B1:G1*), pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*), choisissez `GraphNuagePoints` dans la liste et cliquez sur *Exécuter*.



	A	B	C	D	E	F	G
1		2005	2006	2007	2008	2009	2010
2	CA	45	48	56	59	64	70
3	Personnel	34	38	41	45	50	52

Figure 11–22 Graphique en nuage de points après l'exécution de la macro GraphNuagePoints.

> **ATTENTION Exécuter le programme dans de bonnes conditions**
>
> Pour que le programme se déroule correctement, vous devez respecter ces quatre points :
> - Le graphique en nuage de points doit être construit sur la feuille qui contient les données.
> - Il doit être seul ou avoir été tracé le premier.
> - Des étiquettes doivent avoir déjà été associées aux points.
> - Les données des deux variables doivent être saisies sur deux lignes et les libellés à associer aux points du graphique doivent se trouver juste au-dessus.

Lister toutes les formules de la feuille active

Dans le chapitre 9, nous avons passé en revue toute une série d'outils destinés à faciliter l'audit des classeurs. Pour compléter cette panoplie, le programme `ExtractForm` présenté ici fait la liste de toutes les formules de la feuille active en faisant ressortir celles qui utilisent une référence externe. Le programme analyse la feuille active. Il faut donc penser à activer la bonne feuille avant de demander son exécution. À l'issue de cette dernière, la liste des formules est affichée dans un nouveau classeur (voir la figure 11-23).

	A	B
1	C4	=SUM(C1:C3)
2	E4	=AVERAGE(E1:E3)
3	G4	='D:\Bouquin\Chapitre 16\Exemples Chapitre 16\[IdealClasseur1.xlsm]Hori'!$F$4

Figure 11–23 Liste des formules repérées dans la feuille active. Les cellules qui contiennent une référence externe apparaissent en rouge.

Cette macro est composée d'un programme principal (figure 11-24) et de deux sous-programmes (figures 11-25 et 11-26).

Créer le programme principal ExtractForm

Dans un classeur quelconque, passez dans l'environnement de programmation (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*), créez un nouveau module et saisissez les instructions en vous inspirant de la figure 11-24. Le programme commence par définir une variable objet destinée à représenter la feuille à analyser. Son usage allégera les instructions suivantes. Par exemple, elle permettra d'écrire `MCell = SuppExpl.Cells(Cpt2, Cpt1).Formula` au lieu de `MCell = Workbooks(ClassExpl).Sheets(FeuilExpl).Cells(Cpt2, Cpt1).Formula`. Les instructions suivantes exécutent le sous-programme `RectangleActif`, puis ouvrent un nouveau classeur. La variable `MLig` est initialisée. Elle est chargée de stocker le numéro de ligne devant recevoir la dernière formule identifiée par `AnalyseFormula`.

```
Sub ExtractForm()
'Définit la variable objet SuppExpl
    Dim SuppExpl As Object
'Sous-programme qui recueille le nom de la feuille et du classeur actifs
'ainsi que les limites de la plage à explorer
    RectangleActif ClassExpl, FeuilExpl, MDerL, MDerC, SuppExpl
'Ouvre un nouveau classeur pour y recueillir la liste des formules
    Workbooks.Add
'Initialise la variable MLig où doit être entrée la prochaine référence
    MLig = 1
'Boucle sur les colonnes et les lignes de la plage à analyser
        For Cpt1 = 1 To MDerC
            For Cpt2 = 1 To MDerL
'Lit le contenu et la référence des cellules de la plage analysée
                MCell = SuppExpl.Cells(Cpt2, Cpt1).Formula
                MRef = SuppExpl.Cells(Cpt2, Cpt1).Address(False, False)
'Sous-programme qui analyse le contenu de chaque cellule
                AnalyseFormula MCell, DrapFormule, DrapRefExterne
'S'il a  identifié une formule, entre sa référence et sa syntaxe
                                                    dans la liste
                    If DrapFormule = 1 Then
                        Cells(MLig, 1) = MRef
                        Cells(MLig, 2).NumberFormat = "@"
                        Cells(MLig, 2) = MCell
'S'il a identifié la présence d'une référence externe,
                         fait passer la référence en rouge
                            If DrapRefExterne = 1 Then
                                Cells(MLig, 1).Font.Bold = True
                                Cells(MLig, 1).Font.ColorIndex = 3
                            End If
'Incrémente MLig pour entrer la prochaine référence
                        MLig = MLig + 1
                    End If
            Next Cpt2
        Next Cpt1
End Sub
```

Figure 11–24 Programme principal qui analyse le contenu de la feuille active.

Les deux boucles suivantes balayent les cellules du rectangle actif. Le sous-programme

AnalyseFormula détermine si elles contiennent une formule. Dans l'affirmative, il modifie la valeur des variables DrapFormule et DrapRefExterne, utilisées comme marqueurs de la présence d'une formule et d'une référence externe. Si la cellule analysée contient une formule, le programme entre sa référence et sa syntaxe dans le classeur ouvert en début de programme. Si elle fait appel à une référence externe, le programme affiche la cellule en rouge.

Créer le sous-programme RectangleActif

Ce sous-programme peut figurer sur le même module que la macro ExtractForm.

ASTUCE Repérer la dernière cellule du rectangle actif

La commande *Accueil>Édition>Rechercher et sélectionner>Sélectionner les cellules>Dernière cellule* sélectionne la dernière cellule du rectangle actif. Le sous-programme RectangleActif utilise son équivalent en VBA : Selection.SpecialCells(xlCellTypeLastCell).Select.

Une fois la dernière cellule du rectangle actif sélectionnée, le programme lit ses coordonnées pour définir la taille de la plage à analyser. Il renvoie les résultats de son repérage dans les arguments énumérés après son nom (ClassExpl, FeuilExpl, MDerL, MDerC, SuppExpl). Il utilise les variables ClassExpl et FeuilExpl pour stocker le nom de la feuille et du classeur actifs.

```
Sub RectangleActif(ClassExpl, FeuilExpl, MDerL, MDerC, SuppExpl)
'Sélectionne la cellule A1 de la feuille active
    Range("A1").Select
'Sélectionne la dernière cellule du rectangle actif
    Selection.SpecialCells(xlCellTypeLastCell).Select
'Lit le numéro de ligne et le numéro de colonne
'de la dernière cellule occupée dans la feuille active
    MDerL = ActiveCell.Row
    MDerC = ActiveCell.Column
    ClassExpl = ActiveWorkbook.Name
    FeuilExpl = ActiveSheet.Name
'Attribue l'objet feuille à explorer à l'objet SuppExpl
    Set SuppExpl = Workbooks(ClassExpl).Sheets(FeuilExpl)
End Sub
```

Figure 11–25 Sous-programme Rectangle Actif qui circonscrit la plage de cellules à analyser.

Créer le sous-programme AnalyseFormula

Ce sous-programme renvoie au programme principal la référence et la formule de la cellule analysée. Si cette dernière n'est pas vide, il en isole le premier caractère. S'il s'agit du signe =, il modifie la valeur de la variable DrapFormule. La boucle suivante sert à pousser plus loin l'analyse afin de détecter la présence d'une référence externe. Pour cela, le programme isole successivement tous les caractères de la formule, à la recherche d'un point d'exclamation, utilisé dans l'expression de toute référence externe. Au premier point

d'exclamation rencontré, le programme modifie la valeur de la variable `DrapRefExterne` et sort de la boucle. Il renvoie la valeur des trois variables `MCell`, `DrapFormule`, `DrapRefExterne` au programme principal.

```
Sub AnalyseFormula(MCell, DrapFormule, DrapRefExterne)
'Initialise les deux variables témoins
'de l'existence d'une formule et d'une référence externe
    DrapFormule = 0
    DrapRefExterne = 0
'Si la cellule n'est pas vide, poursuit l'analyse
        If Not IsEmpty(MCell) Then
'Lit le premier caractère du contenu analysé
            MPremCar = Left(MCell, 1)
'Lit le nombre de caractères du contenu analysé
            NbCar = Len(MCell)
'S'il est égal =, fait passer la variable DrapFormule à 1
'(toutes les formules commencent par le signe =)
                If MPremCar = "=" Then
                    DrapFormule = 1
'Boucle sur tous les caractères du contenu analysé
'pour repérer un éventuel ! (signe d'une référence externe)
                        For CptCr = 1 To NbCar
'Isole chaque caractère
                            MCar = Mid(MCell, CptCr, 1)
'S'il trouve un !, fait passer la variable DrapRefExterne à 1
'et sort de la boucle
                                If MCar = "!" Then
                                    DrapRefExterne = 1
                                    Exit For
                                End If
                        Next CptCr
                End If
        End If
    End Sub
```

Figure 11–26 Sous-programme AnalyseFormula qui analyse le contenu de chaque cellule pour déterminer s'il s'agit ou non d'une formule avec une référence externe.

Exécuter le programme ExtractForm

Pour tester le programme, activez la feuille de calcul à explorer, pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*), choisissez `ExtractForm` dans la liste et cliquez sur *Exécuter*. Un nouveau classeur est créé. Il affiche la liste des formules trouvées dans le classeur analysé.

Protéger ou déprotéger toutes les feuilles d'un classeur

Dans le chapitre 9, nous avons vu qu'il était possible de protéger les feuilles d'un classeur. Pour y parvenir, il faut procéder feuille par feuille. Or, dans le cadre d'échanges réguliers avec des collaborateurs, il est courant d'installer une protection avant la transmission du classeur et de l'ôter à son retour afin d'y faire des modifications. Parvenir au tableau idéal peut nécessiter de nombreux allers-retours. Aussi, il n'est pas complètement inutile d'envisager un programme pour protéger ou déprotéger

automatiquement toutes les feuilles d'un classeur. C'est ce programme qui est présenté ici.

Construire une boîte de dialogue

Pour rendre une protection efficace, il faut lui associer un mot de passe. Le programme doit donc offrir à l'utilisateur l'opportunité de le saisir dans une boîte de dialogue qu'il faut créer de toutes pièces.

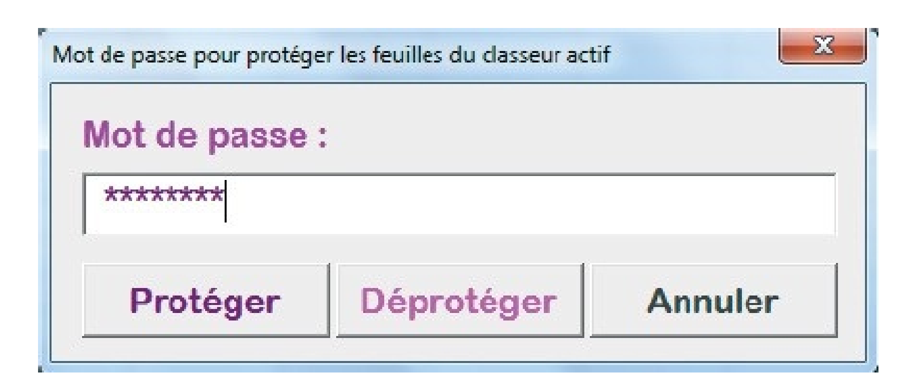


Figure 11–27 Dès que le programme FeuClassProtDeprot est lancé, cette boîte de dialogue apparaît.

> **EN PRATIQUE Dessiner un objet dans une boîte de dialogue**
>
> La boîte de dialogue présentée figure 11-27 est constituée de cinq objets : un intitulé, une zone de texte et trois boutons de commande. Pour ajouter un objet :
> 1. Sélectionnez l'outil qui lui correspond à partir de la *Boîte à outils*.
> 2. Cliquez-glissez sur la boîte de dialogue créée au début de la procédure (voir figure 11-29).

1 Passez dans VBE (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*).

2 À partir de l'*Explorateur de projets*, sélectionnez le nom du classeur dans lequel vous souhaitez créer votre programme.

3 Choisissez *Insertion>UserForm*. Un nouveau répertoire (*Feuilles*) est créé. Il affiche *UserForm1*, le nom par défaut de votre nouvelle boîte de dialogue. Il ne vous reste plus qu'à la construire.

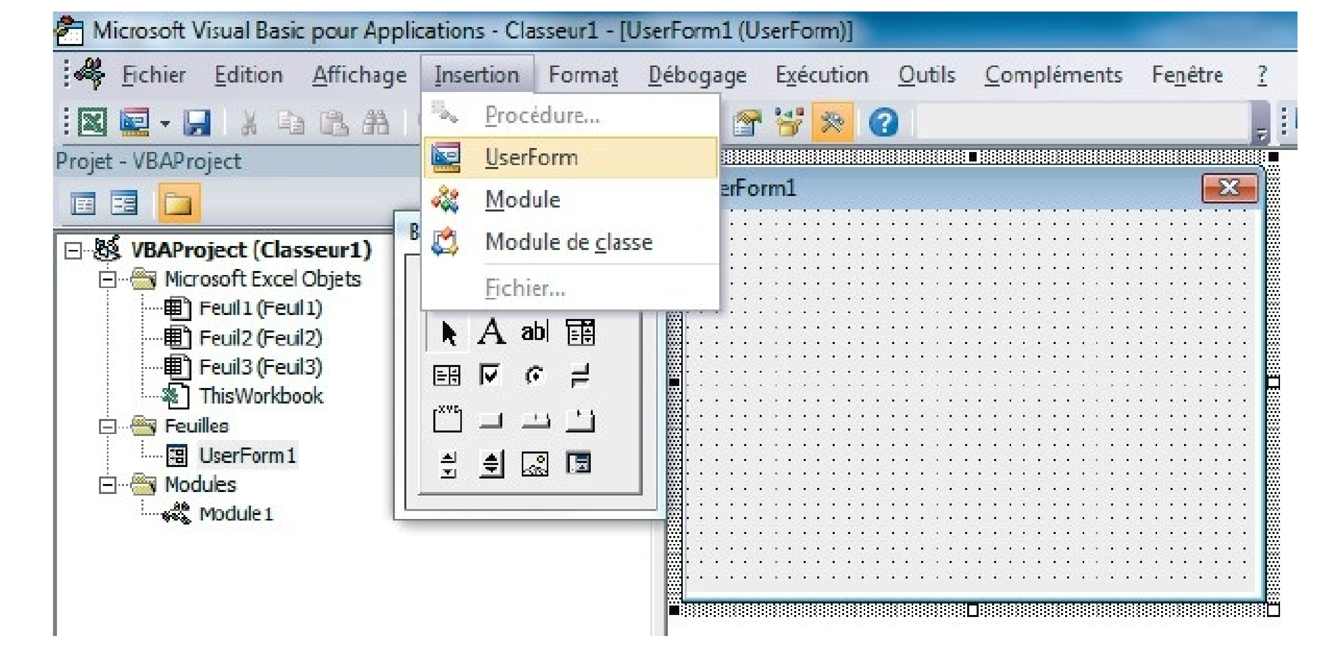


Figure 11–28 Insérer une nouvelle boîte de dialogue.

4 Dessinez les cinq objets composant la boîte de dialogue présentée figure 11-27.

5 Pour modifier chaque objet, affichez la fenêtre *Propriétés* en pressant la touche *F4* (ou *FN+F4*).

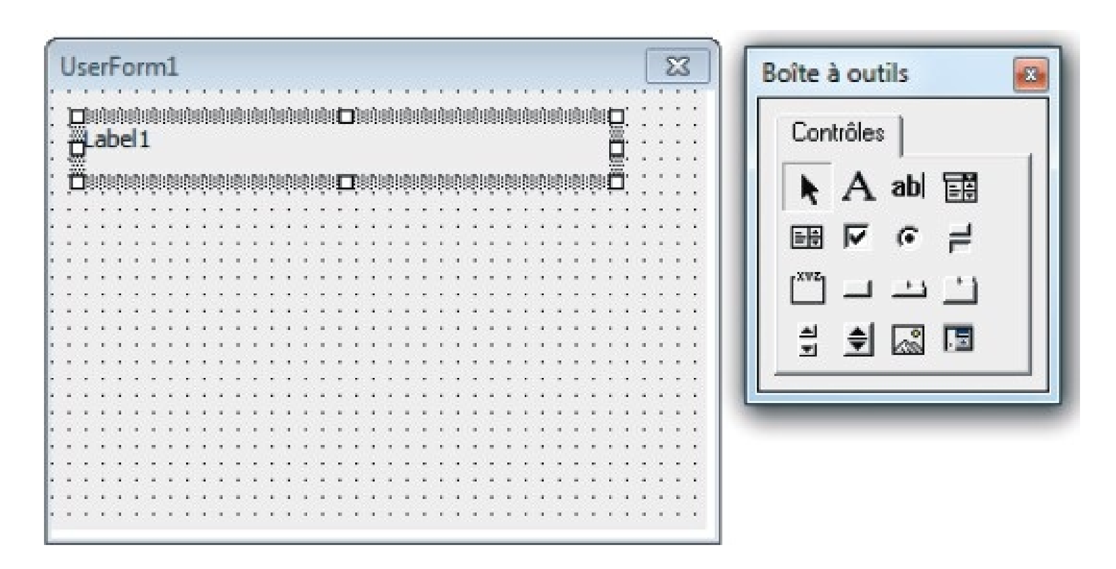


Figure 11–29 Construction de la boîte de dialogue. Un intitulé (Label1) vient d'être tracé. Il suffit de modifier ses paramètres pour le rendre conforme à l'aspect qu'il revêt à la figure 11-27.

6 Pour construire précisément la boîte de dialogue présentée figure 11-27, il faut sélectionner chaque objet, puis modifier ses paramètres à partir de la fenêtre *Propriétés*, en fonction des détails donnés dans le tableau suivant.

Tableau 11–1 Propriétés des objets composant la boîte de dialogue

Objet	Propriétés
Boîte de dialogue (4 paramètres)	*(Name)* : `Dial`, *Caption* : `Mot de passe pour protéger les feuilles du classeur actif`, *Height* : `132`, *Width* : `330`.

Intitulé (7 paramètres)	*Caption* : `Mot de passe` :, *Font* : `Arial Rounded MT – Gras – 14` (voir figure 11-30), *ForeColor* : `32e couleur de la palette`, *Height* : `18`, *Left* : `12`, *Top* : `12`, *Width* : `114`.
Zone de texte (9 paramètres)	*(Name)* : `DialTxt1`, *BorderColor* : `32e couleur de la palette`, *Font* : `Arial Rounded MT – Gras – 14`, *ForeColor* : `40e couleur de la palette`, *Height* : `25`, *Left* : `12`, *PasswordChar* : `*`, *Top* : `36`, *Width* : `304`.
Premier bouton de commande (8 paramètres)	*(Name)* : `Protéger`, *Caption* : `Protéger`, *Font* : `Arial Rounded MT – Gras – 14`, *ForeColor* : `40e couleur de la palette`, *Height* : `30`, *Left* : `12`, *Top* : `72`, *Width* : `100`.
Deuxième bouton de commande (8 paramètres)	*(Name)* : `Deprotéger`, *Caption* : `Déprotéger`, *Font* : `Arial Rounded MT – Gras – 14`, *ForeColor* : `24e couleur de la palette`, *Height* : `30`, *Left* : `114`, *Top* : `72`, *Width* : `100`.
Troisième bouton de commande (8 paramètres)	*(Name)* : `Annuler`, *Caption* : `Annuler`, *Font* : `Arial Rounded MT – Gras – 14`, *ForeColor* : `33e couleur de la palette`, *Height* : `30`, *Left* : `216`, *Top* : `72`, *Width* : `100`.

ASTUCE Accéder aux caractéristiques de la police

Pour modifier les paramètres de la police (propriété *Font*), cliquez sur les trois petits points (ils n'apparaissent que lorsqu'on clique dans la case de la propriété *Font*).

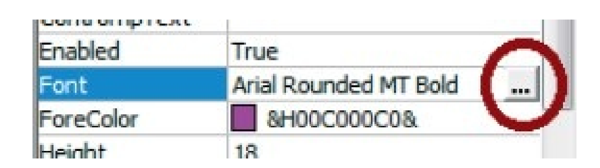


Figure 11–30 Pour accéder à la liste des types de polices qui permet de modifier l'aspect des caractères, il faut cliquer, dans la fenêtre des propriétés, sur les trois petits points qui apparaissent au bout de la ligne Font quand cette dernière est sélectionnée.

Rendre réactifs les boutons d'une boîte de dialogue

La boîte de dialogue en cours de construction affiche trois boutons : *Protéger*, *Déprotéger* et *Annuler*. Lorsque l'utilisateur cliquera dessus, il faudra que les programmes déclenchés réalisent des tâches en adéquation avec leur nom. Pour programmer le bouton *Protéger*, double-cliquez dessus. Un module s'ouvre. Il affiche automatiquement l'instruction `Private Sub Proteger_Click()`. Entrez les instructions que ce programme doit exécuter (voir figure 11-31) et procédez de même pour les deux autres boutons. À la fin de votre saisie, enregistrez le classeur.

```
'******************************** Bouton ANNULER
Private Sub Annuler_Click()
    Dial.Hide
End Sub

'******************************** Bouton PROTEGER
Private Sub Proteger_Click()
    MPasse = Dial.DialTxt1.Value
    NbFeu = ActiveWorkbook.Sheets.Count
        For Cpt = 1 To NbFeu
            Sheets(Cpt).Activate
            ActiveSheet.Protect Contents:=True,
                                Password:=MPasse
        Next Cpt
    Dial.Hide
End Sub

'******************************** Bouton DEPROTEGER
Private Sub Deproteger_Click()
    On Error GoTo Ligne1
    MPasse = Dial.DialTxt1.Value
    NbFeu = ActiveWorkbook.Sheets.Count
        For Cpt = 1 To NbFeu
            Sheets(Cpt).Activate
            ActiveSheet.Unprotect Password:=MPasse
        Next Cpt
    Dial.Hide
    End
Ligne1:
    MsgBox "Mot de passe erroné"
End Sub
```

Figure 11–31 Trois programmes événementiels.

COMPRENDRE Que font les trois programmes liés aux boutons ?

Le programme lié au bouton *Protéger* (`Proteger_Click`) commence par stocker, dans la variable `Mpasse`, le mot de passe saisi par l'utilisateur, puis dans la variable `NbFeu`, le nombre de feuilles du classeur. La boucle suivante active successivement chacune des feuilles du classeur actif et les protège. La dernière instruction masque la boîte de dialogue. Le programme lié au bouton *Déprotéger* (`Deproteger_Click`) est construit suivant la même logique que le programme `Proteger_Click`, sauf qu'au lieu d'installer une protection, il l'ôte. Le programme lié au bouton *Annuler* (`Annuler_Click`) se contente de masquer la boîte de dialogue.

Une instruction `On Error` a été ajoutée au début du programme `Deproteger_Click`. Elle gère les erreurs d'exécution (dans notre cas, un mot de passe erroné). En cas d'erreur dans la saisie du mot de passe, l'exécution du programme est réorientée vers le signet `Ligne1` et affiche le message d'alerte `Mot de passe erroné`.

Le programme principal `FeuClassProtDeprot` sert uniquement à afficher la boîte de dialogue (voir figure 11-32). Il faut le saisir dans un module standard.

```
Sub FeuClassProtDeprot()
    Dial.Show
End Sub
```

Figure 11–32 Programme principal.

Exécuter le programme FeuClassProtDeprot

Pour tester le programme, activez le classeur à protéger ou déprotéger, pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*), choisissez `FeuClassProtDeprot` dans la liste et cliquez sur *Exécuter*. La boîte de dialogue apparaît. Saisissez un mot de passe et cliquez sur le bouton *Protéger* ou *Déprotéger*. En fonction du bouton choisi, toutes les feuilles du classeur actif sont protégées ou déprotégées avec le mot de passe saisi dans la boîte de dialogue.

Arrondir réellement les valeurs d'une plage

Cette macro est née de la demande d'un utilisateur qui désirait créer un véritable arrondi sur des valeurs déjà saisies. En l'absence de solution simple (voir l'aparté), il ne restait plus qu'à développer un programme adapté.

> **RAPPEL Comment arrondir un nombre dans Excel ?**
>
> La première méthode consiste à appliquer un format de nombre qui arrondisse la valeur, mais dans ce cas, seul l'aspect du nombre est altéré (sa valeur intrinsèque n'est pas modifiée). Si vous demandez ensuite d'arrondir réellement les nombres en fonction de la précision de leur affichage, vous les modifiez, mais du même coup, tous les nombres de votre classeur abandonnent leur précision. La deuxième méthode consiste à passer par une fonction d'arrondi (voir le chapitre 12). Mais dans ce cas, il faut construire un tableau intermédiaire.

Exécuter le programme VraiArrondi

1 Sélectionnez la plage contenant les valeurs à arrondir, ici la plage *A1:B5* (figure 11-33).

	A	B
1	33 306,286	67 155,658
2	40 246,075	10 677,302
3	7 024,250	35 224,243
4	80 077,564	88 823,305
5	9 218,295	28 174,228

Figure 11–33 Plage contenant les valeurs à arrondir.

2 Pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*), choisissez `VraiArrondi` dans la liste et cliquez sur *Exécuter*. Pour que l'utilisateur puisse choisir le niveau d'arrondi, le

programme affiche une boîte de dialogue (figure 11-34).

3 Choisissez le niveau d'arrondi désiré et cliquez sur *Arrondir la sélection*.

4 Les valeurs de votre plage initiale sont toutes arrondies à la dizaine (figure 11-35).

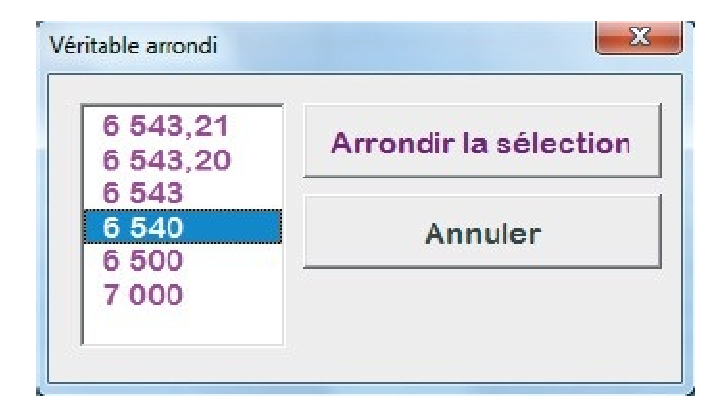


Figure 11–34 Boîte de dialogue affichée au lancement du programme. Ici, l'utilisateur a demandé un arrondi à la dizaine.

	A	B
1	33 310,000	67 160,000
2	40 250,000	10 680,000
3	7 020,000	35 220,000
4	80 080,000	88 820,000
5	9 220,000	28 170,000

Figure 11–35 Nouvel aspect de la plage après l'exécution de la macro VraiArrondi.

Construire une boîte de dialogue

Pour construire la boîte de dialogue, référez-vous à la section précédente. Dans cet exemple, elle est composée d'une zone de liste et de deux boutons de commande. Pour que votre boîte de dialogue ressemble à celle de la figure 11-34, sélectionnez successivement la boîte de dialogue elle-même et les trois objets qui la composent, puis, pour chaque objet, appliquez les paramètres de propriétés présentés ci-après.

Tableau 11–2 Propriétés des objets composant la boîte de dialogue

Objet	Propriétés
Boîte de dialogue (4 paramètres)	*(Name)* : `DialArr`, *Caption* : `Véritable arrondi`, *Height* : `144`, *Width* : `258`.
Zone de liste (7 paramètres)	*(Name)* : `DialArrLst`, *Font* : `Arial Rounded MT – Gras – 12`, *ForeColor* : `32e couleur de la palette`, *Height* : `97`, *Left* : `12`, *Top* : `12`, *Width* : `82`.
Premier bouton de commande	*(Name)* : `Arrondir`, *Caption* : `Arrondir la sélection`, *Font* : `Arial`

(8 paramètres)	`Rounded MT – Gras – 12`, *ForeColor* : `40e couleur de la palette`, *Height* : `30`, *Left* : `102`, *Top* : `12`, *Width* : `144`.
Deuxième bouton de commande (8 paramètres)	*(Name)* : `Annuler`, *Caption* : `Annuler`, *Font* : `Arial Rounded MT – Gras – 12`, *ForeColor* : `33e couleur de la palette`, *Height* : `30`, *Left* : `102`, *Top* : `48`, *Width* : `144`.

Rendre réactifs les boutons d'une boîte de dialogue

Pour saisir les programmes (figure 11-36) associés aux boutons de commande *Arrondir la sélection* et *Annuler*, suivez les procédures présentées dans la section précédente. Le programme `Arrondir_Click` stocke dans la variable `MNivArr` un index (nombre entier compris entre 0 et 5) correspondant au choix effectué dans la liste. Si l'utilisateur choisit le premier arrondi, `MNivArr` prend la valeur `0`, s'il choisit le deuxième, elle prend la valeur `1`, et ainsi de suite. S'il n'a effectué aucun choix, elle prend la valeur `-1`. Cette dernière est utilisée dans la condition suivante pour afficher un message d'alerte et mettre fin à l'exécution du programme (mais la boîte de dialogue reste affichée). Si l'utilisateur a bien effectué son choix dans la liste, le programme boucle sur toutes les cellules de la sélection. Il entre dans chacune la fonction *ARRONDI* en calculant l'index de l'arrondi à partir de la variable `MNivArr`. La dernière instruction ne sert qu'à masquer la boîte de dialogue.

```
'******************************** Bouton ANNULER
Private Sub Annuler_Click()
    DialArr.Hide
End Sub

'******************************** Bouton ARRONDIR
Private Sub Arrondir_Click()
    MNivArr = DialArr.DialArrLst.ListIndex
        If MNivArr = -1 Then
            MsgBox "Vous devez choisir un niveau
                        d'arrondi dans la liste"
            Exit Sub
        End If
        For Each C In Selection
            IndexArr = -(MNivArr * 2) + 2 + MNivArr
            C.Value = Application.WorksheetFunction
                        .Round(C.Value, IndexArr)
        Next C
    DialArr.Hide
End Sub
```

Figure 11–36 Programmes associés aux boutons Annuler et Arrondir.

Le programme lié au bouton `Annuler` se contente de masquer la boîte de dialogue.

> **COMPRENDRE Rôle du programme principal VraiArrondi**
>
> Le programme principal `VraiArrondi` a pour vocation essentielle d'afficher la boîte de dialogue. Néanmoins, il contient deux instructions supplémentaires qui préparent cette boîte de dialogue.

```
Sub VraiArrondi()
    DialArr.DialArrLst.RowSource = "PERSONAL.XLSB!PropArr"
    DialArr.DialArrLst.ListIndex = -1
    DialArr.Show
End Sub
```

Figure 11 – 37 Programme principal.

La première instruction lie l'objet *Zone de liste* à la plage nommée `PropArr` dans le classeur `PERSONAL.XLSB` (voir plus loin la section traitant du classeur de macros personnelles).

PropArr

	A	B
1	6 543,21	
2	6 543,20	
3	6 543	
4	6 540	
5	6 500	
6	7 000	

Figure 11–38 Liste saisie dans le classeur PERSONNAL.XLSB et dont la plage a été nommée PropArr.

La deuxième instruction fixe la valeur de l'*index de liste* à `-1` de manière à ce qu'aucun élément n'apparaisse présélectionné lorsque la boîte de dialogue s'affiche.

Automatiser la saisie des sources d'une consolidation

Nous avons abordé les consolidations dans le chapitre 9. À cette occasion, nous avions constaté que l'entrée des références sources constituait la partie la plus délicate et surtout la plus longue de la procédure, d'autant que, contrairement à la modestie des exemples présentés, les véritables consolidations impliquent souvent plusieurs dizaines de tableaux.

Le classeur contenant le programme présenté dans cette section ainsi que tous les classeurs à consolider sont placés dans le même répertoire. Le programme `MacroConso` lit le nom de tous les fichiers présents dans ce répertoire et les utilise pour remplir la boîte de dialogue *Consolider*.

ATTENTION Quelques règles à respecter

Pour que l'exécution du programme `MacroConso` se déroule sans embûche :
- le répertoire concerné ne doit contenir que le classeur du programme et les fichiers à consolider ;
- dans chacun des fichiers à consolider, la plage correspondant au tableau à intégrer à la consolidation doit être nommée `Tab`.

Créer le programme MacroConso

Dans un classeur quelconque, passez dans l'environnement de programmation (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*), créez un nouveau module et saisissez les instructions du programme en vous inspirant de la figure 11-39.

```
Sub MacroConso()
'Variables
    Dim MChemin As String, MSep As String, NomRef As String,
                                                MonFich As String
    Dim Cpt As Integer
    MChemin = ThisWorkbook.Path
    MSep = Application.PathSeparator
    NomRef = ThisWorkbook.Name
'Première boucle pour évaluer le nombre de références source
'et dimensionner correctement la variable tableau
    Cpt = 0
    MonFich = Dir(MChemin & MSep)
        Do
                If MonFich <> NomRef Then
                    Cpt = Cpt + 1
                End If
            MonFich = Dir()
        Loop While MonFich <> ""
    ReDim MaMat(0, Cpt - 1) As String
'Deuxième boucle pour stocker les références source
'dans la variable tableau
    Cpt = 0
    MonFich = Dir(MChemin & MSep)
        Do
                If MonFich <> NomRef Then
                    MaMat(0, Cpt) = "'" & MChemin & MSep
                                        & MonFich & "'!Tab"
                 Cpt = Cpt + 1
             End If
         MonFich = Dir()
     Loop While MonFich <> ""
'Réalise la consolidation
    Selection.Consolidate Sources:=Array(MaMat), Function:=xlSum,
                                    TopRow:=True, LeftColumn:=True
End Sub
```

Figure 11–39 Programme MacroConso.

Les deux premières instructions déclarent les variables. Les trois suivantes stockent dans `MChemin`, `MSep` et `NomRef` le chemin d'accès et le nom du classeur contenant le programme ainsi que le caractère séparateur du chemin d'accès. La boucle suivante parcourt les fichiers du répertoire afin d'en connaître le nombre. Ce dernier est stocké dans la variable `Cpt` qui sert à dimensionner les colonnes de la variable tableau `MaMat`.

EXPERT Utiliser une variable tableau

Dans VBA, pour stocker plusieurs valeurs, utilisez une variable tableau. Dans notre exemple, il s'agit d'une matrice d'une ligne sur `n` colonnes, destinée à recevoir le nom des fichiers du répertoire analysé (précédé de leur chemin d'accès). Dans une telle variable, les valeurs sont repérées en fonction de leur position, la première valeur occupant la position `(0,0)`. Avant de l'utiliser, il faut la dimensionner correctement à l'aide de l'instruction `ReDim`.

La boucle suivante parcourt à nouveau les fichiers, mais cette fois-ci, le programme stocke leur nom dans la variable `MaMat`. Une condition exclut de la liste le nom du classeur contenant le programme. La dernière instruction du programme réalise la consolidation en utilisant, comme source, le contenu de la matrice `MaMat`.

Exécuter le programme MacroConso

Réunissez dans un même répertoire le fichier contenant le programme `MacroConso` ainsi que les classeurs contenant tous les tableaux à consolider. Ouvrez le classeur contenant le programme, cliquez dans la cellule *A1* d'une feuille vierge et pressez les touches *Alt+F8* (ou *Alt+FN+F8*). Choisissez `MacroConso` dans la liste et cliquez sur *Exécuter*. À l'issue de l'exécution, vous récupérez, à partir de la cellule *A1* sélectionnée à l'origine, le tableau de toutes les valeurs consolidées.

Tester les macros et apprendre

En suivant à la lettre les procédures présentées jusqu'alors, vous ne rencontrerez aucun problème et vos programmes se dérouleront de manière idéale. Toutefois, lorsque vous commencerez à créer vos propres macros, vous y introduirez sans doute des erreurs et traverserez inévitablement de longues phases de tests pendant lesquelles vous maudirez Excel. Heureusement, quelques outils sont là pour vous aider à mettre au point vos macros sans y passer trop de temps.

Exécuter un programme pas à pas

Dès qu'Excel rencontre une anomalie dans le déroulement d'un programme, il bascule en mode *arrêt* et affiche la fenêtre VBE, en surlignant en jaune l'instruction qui pose problème. Tant que le programme est en mode *arrêt*, vous ne pouvez que le déboguer ou mettre fin à son exécution. Profitez du mode *arrêt* pour mieux appréhender les dysfonctionnements de votre programme et survoler les variables afin d'en connaître les valeurs (elles apparaissent dans des cartouches jaunes). Corrigez la syntaxe fautive et pressez la touche *F8* (ou *FN+F8*) afin de poursuivre l'exécution pas à pas. Vous auriez pu également utiliser la touche *F5* (ou *FN+F5*) pour relancer l'exécution sans arrêt. Si vous ne savez pas comment résoudre le problème, interrompez l'exécution en cliquant sur le bouton *Réinitialiser*. Les touches *F5* et *F8* ont bien entendu leur « équivalent bouton » dans les barres d'outils *Standard* et *Débogage*.

Installer un point d'arrêt dans un programme

Vous n'êtes pas obligé de compter sur une erreur de programmation pour passer en mode d'exécution pas à pas. Vous pouvez activer ce dernier volontairement en plaçant un point d'arrêt sur la première instruction dont vous souhaitez observer le comportement. Pour

l'installer, cliquez dans la ligne concernée et pressez la touche *F9* (ou *FN+F9*). Elle est surlignée de rouge. Vous pouvez également cliquer dans la marge, au niveau de l'instruction concernée. Lorsque vous lancerez l'exécution du programme, elle s'arrêtera sur le point d'arrêt et vous basculerez dans VBE. Pour retirer un point d'arrêt, cliquez sur la ligne surlignée de rouge et pressez la touche *F9* (ou *FN+F9*).

```
Function NumSem(Mdate As Date) As Integer
'Définition des variables utiles pour mener à bien le calcul
    Dim PremJanv As Date
    Dim JourPrem As Integer
    Dim Delta As Integer
    Dim Div7 As Double
'Stocke dans la variable PremJanv le 1er janvier de l'année
'dans laquelle se trouve la date pour laquelle le calcul doit être fait
    PremJanv = DateSerial(Year(Mdate), 1, 1)
'Stocke dans la variable JourPrem un entier correspondant
'à la position du 1er janvier dans la semaine (1 pour dimanche, 2 pour lundi...)
    JourPrem = Weekday(PremJanv)
'St JourPrem = 6 la variable Delta -1 si le premier janvier tombe un dimanche,
'0 si le premier janvier tombe un lundi, 1 si le premier janvier tombe un mardi, etc.
    Delta = Application.WorksheetFunction.Choose(JourPrem, -1, 0, 1, 2, 3, -3, -2)
'Stocke dans la variable Div7 le résultat de la division par 7 du nombre de jours
'écoulés entre la date faisant l'objet du calcul et le premier janvier, ajusté
'avec la valeur de la variable Delta
    Div7 = (Mdate - PremJanv + Delta) / 7
'Stocke dans la variable NumSem le résultat du calcul, c'est-à-dire le n° de la semaine
    NumSem = Int(Div7) + 1
End Function
```

Figure 11–40 Exécution du programme pas à pas.

Suivre le comportement des variables pendant l'exécution d'un programme

En complément de la fonction d'affichage des valeurs au survol de la souris, vous disposez de la fenêtre *Variables locales*. Cette dernière montre simultanément le contenu de toutes les variables. Affichez-la en cliquant sur le bouton *Fenêtre Variables locales* de la barre d'outils *Débogage*.

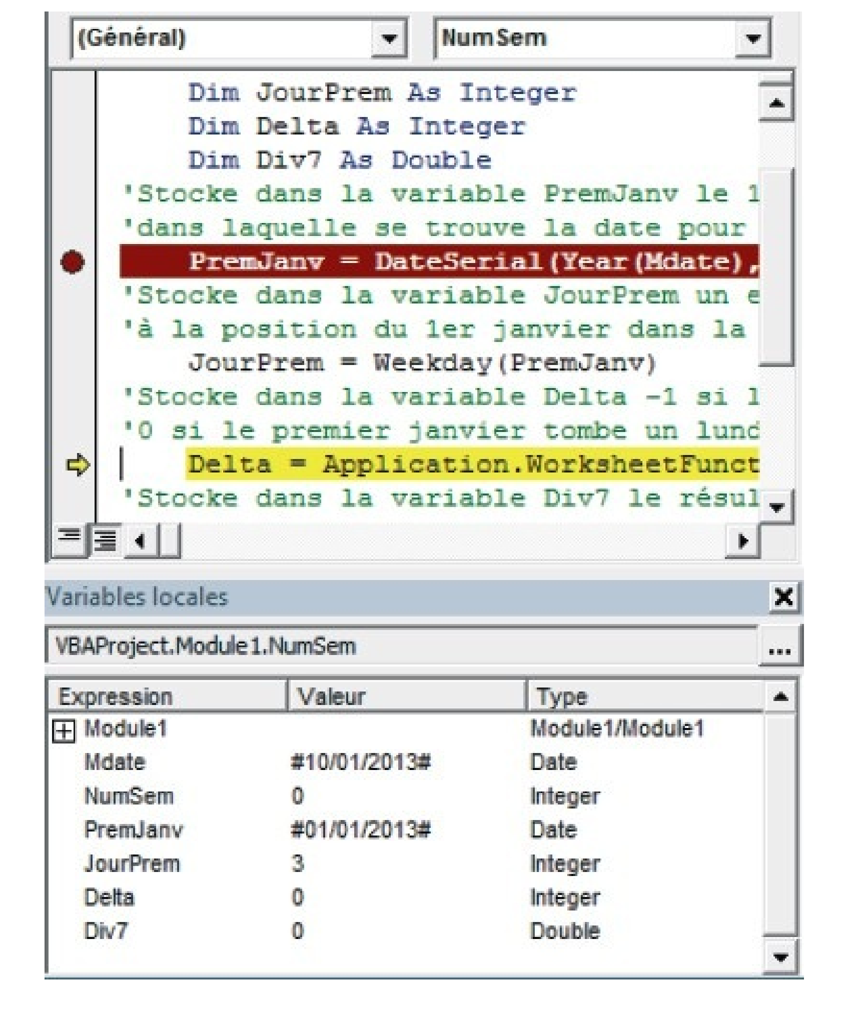


Figure 11–41 Fenêtre Variables locales.

Pour afficher en permanence la valeur de certaines expressions, utilisez la fenêtre *Espions*. Contrairement à *Variables locales*, le contenu de la fenêtre *Espions* ne se construit pas automatiquement ; c'est vous qui choisissez les expressions ou les variables dont vous souhaitez suivre la valeur. Pour ajouter une expression dans la fenêtre *Espions*, la méthode la plus rapide consiste à sélectionner cette expression dans le programme, puis, au choix, à cliquer sur le bouton *Espion express* ou à presser les touches *Maj+F9* (ou *Maj+FN+F9*). Enfin, cliquez sur *Ajouter*.

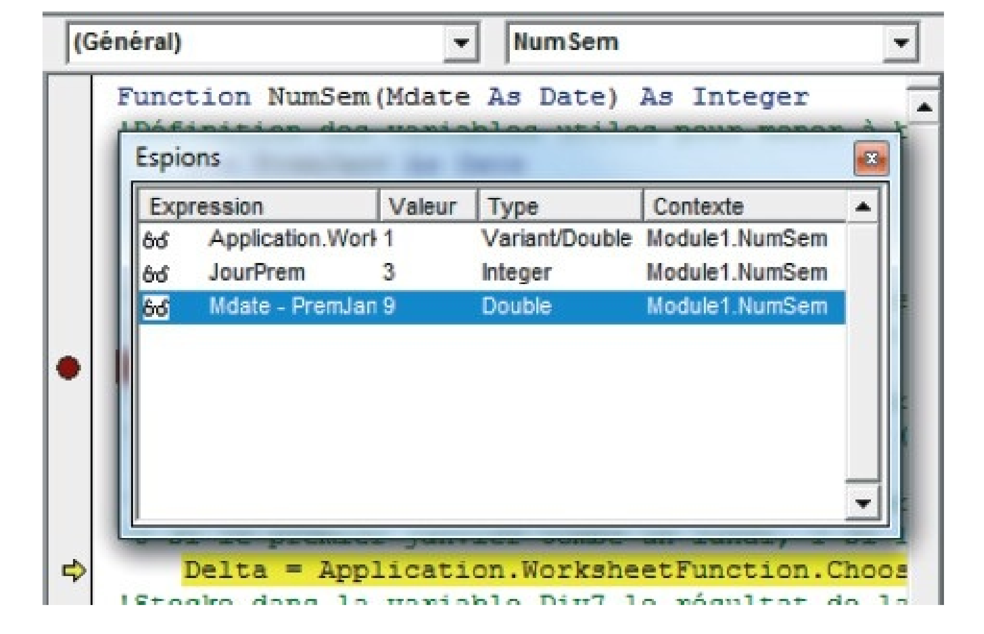


Figure 11–42 La fenêtre Espions permet de suivre la valeur de plusieurs variables ou de plusieurs expressions pendant l'exécution du programme pas à pas.

Comment progresser en programmation ?

L'exécution des programmes en mode pas à pas constitue un excellent moyen pour progresser. En observant les valeurs prises par les diverses expressions du programme, vous comprendrez peu à peu le langage. Cependant, vous pouvez également explorer d'autres voies.

Analyser a posteriori une macro enregistrée automatiquement constitue aussi un très bon apprentissage.

1 Cliquez sur *Développeur>Code>Enregistrer une macro* ou sur l'outil *Enregistrement de macro* située sur la gauche de la barre d'état.

2 Dans la boîte de dialogue, entrez le nom de votre macro, associez-lui un éventuel raccourci clavier et choisissez le classeur dans lequel vous souhaitez l'enregistrer.

3 Cliquez sur *OK*. À partir de cette minute, tout ce que vous allez réaliser avec la souris et le clavier va être automatiquement traduit en langage VBA et consigné dans un nouveau module, sous la forme d'une série d'instructions.

4 Lorsque vous souhaitez mettre fin à l'enregistrement, cliquez sur *Développeur>Code>Arrêter l'enregistrement* ou sur l'outil *Arrêter l'enregistrement* dans la barre d'état.

5 Passez dans VBE (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*). Le nom d'un nouveau module est apparu à gauche de votre écran, dans l'explorateur de projets. À droite, la fenêtre de ce module affiche le listing d'instructions qui retrace toutes les actions réalisées au cours de l'enregistrement.

Épluchez ce « listing » pour découvrir les diverses classes d'objets d'Excel et comprendre

leur syntaxe.

> **RAPPEL L'explorateur d'objets**
>
> N'oubliez pas l'*Explorateur d'objets* qui répertorie l'intégralité des objets disponibles pour construire vos programmes. Il offre, en outre, une assistance pédagogique efficace par l'intermédiaire du bouton *Aide* (point d'interrogation).

Personnaliser l'environnement de travail d'Excel

Enrichir la barre d'outils Accès rapide et étoffer le ruban

> **RAPPEL Notion déjà abordée au chapitre 2**
>
> La personnalisation de la barre d'outils *Accès rapide* et du *ruban* avec l'une des 1 200 commandes d'Excel a déjà été abordée au chapitre 2. Aussi, seules les procédures liées aux macros sont détaillées ici.

Quelles macros attacher à la barre d'outils Accès rapide ?

Dans les sections précédentes, nous avons montré comment déclencher l'exécution d'une macro à partir d'un raccourci clavier ou d'un bouton installé sur la feuille d'un classeur. Une autre méthode consiste à attacher la macro à l'un des boutons de la barre d'outils *Accès rapide*.

> **STRATÉGIE Comment la macro est-elle liée à la barre ?**
>
> Avant d'attacher vos macros, il faut réfléchir à leur mise en œuvre future. Sachez en effet que vous associez au bouton de la barre d'outils *Accès rapide* non seulement le nom de la macro, mais aussi celui du fichier qui l'héberge avec son chemin d'accès. Si, par la suite, vous déplacez ce fichier, le bouton ne fonctionnera plus.
> Dans la barre d'outils, il faut donc installer les macros qui vous seront utiles quelles que soient les circonstances. La solution la plus simple consiste à les enregistrer dans le classeur de macros personnelles qui présente le double avantage de s'ouvrir automatiquement à chaque démarrage d'Excel et d'être placé dans un répertoire spécifique à Microsoft dont il a peu de chances d'être délogé (voir la section suivante).

Dans cet ouvrage, nous avons présenté six macros du premier type (automatisation d'actions). Cinq d'entre elles peuvent être installées sur la barre d'outils *Accès rapide*. Il s'agit de `MaPremièreMacro` (que l'on peut maintenant rebaptiser `CadreEnRelief`), de `GraphNuagePoints`, d'`ExtractForm`, de `FeuClassProtDeprot` et de `VraiArrondi`. Nous déplacerons donc ces cinq programmes dans le classeur de macros personnelles. En

revanche, `MacroConso` n'y a pas vraiment sa place. En effet, le classeur qui l'héberge devant être placé dans le même répertoire que les classeurs à consolider, il est peu judicieux de la déplacer dans le classeur de macros personnelles.

Créer un classeur de macros personnelles

Tant que vous n'avez pas enregistré de macros dans le classeur de macros personnelles, celui-ci n'existe pas. Pour lui donner vie, réalisez la procédure suivante :

1 Cliquez sur *Développeur>Code>Enregistrer une macro*.

2 Dans la liste *Enregistrer la macro dans*, sélectionnez *Classeur de macros personnelles*.

3 Faites une action quelconque et cliquez sur *Développeur>Code>Arrêter l'enregistrement*.

4 Ouvrez les fichiers contenant vos macros et passez dans VBE (*Alt+F11* ou *Alt+FN+F11*).

5 Dans l'*Explorateur de projets*, vous voyez apparaître le nom des classeurs ouverts, ainsi que celui du classeur de macros personnelles, `PERSONAL.XLSB`.

6 Insérez cinq nouveaux modules dans le classeur de macros personnelles et copiezy les macros évoquées plus haut (`VraiArrondi`, `ExtractForm`, etc.).

7 Les deux boîtes de dialogue utilisées par les programmes copiés à l'étape précédente doivent être également transférées dans le classeur `PERSONNAL.XLSB`. Pour y parvenir, exportez-les depuis leur classeur d'origine (pour chaque boîte, cliquez droit dans l'explorateur de projet à partir de leur nom et choisissez *Exporter un fichier* pour créer deux fichiers, l'un en format `.frm` et l'autre en format `.frx`), puis importez-les dans `PERSONAL.XLSB` (même technique que pour l'exportation, mais en choisissant, cette fois-ci l'article *Importer un fichier*).

8 Le classeur `PERSONAL.XLSB` étant masqué par défaut, vous ne le voyez pas apparaître à l'écran et vous n'avez pas d'accès direct à son enregistrement. Pour pouvoir néanmoins y enregistrer vos modifications, utilisez le message d'alerte qui apparaît lors de la fermeture d'un classeur modifié non enregistré. Ainsi, quittez Excel pour faire apparaître ce message et enregistrez le classeur `PERSONAL.XLSB` sous sa nouvelle mouture.

FICHIER Où est tapi le classeur de macros personnelles ?

Le classeur de macros personnelles est situé au bout du chemin suivant : C:\Utilisateurs\<NomUtilisateur>\AppData\Roaming\Microsoft\Excel\XLSTART.

ASTUCE Un répertoire XLSTART « bis »

Avec l'option *Au démarrage, ouvrir tous les fichiers du dossier* (*Fichier>Options*, catégorie *Options avancées*, section *Général*), Excel vous offre la possibilité de disposer d'un autre répertoire (de votre choix) remplissant le même office que *XLSTART*.

Attacher des macros à la barre d'outils Accès rapide

1 Ouvrez Excel. Désormais, le classeur de macros personnelles s'ouvre spontanément, et les cinq macros qu'il contient sont instantanément disponibles.

2 Déroulez la flèche *Personnaliser la barre d'outils Accès rapide* et choisissez *Autres commandes*.

3 Déroulez la flèche *Choisir les commandes* et sélectionnez *Macros*.

4 Pour chaque macro, cliquez sur *Ajouter*.

5 Dans la fenêtre de droite, sélectionnez successivement les cinq macros et cliquez sur *Modifier*.

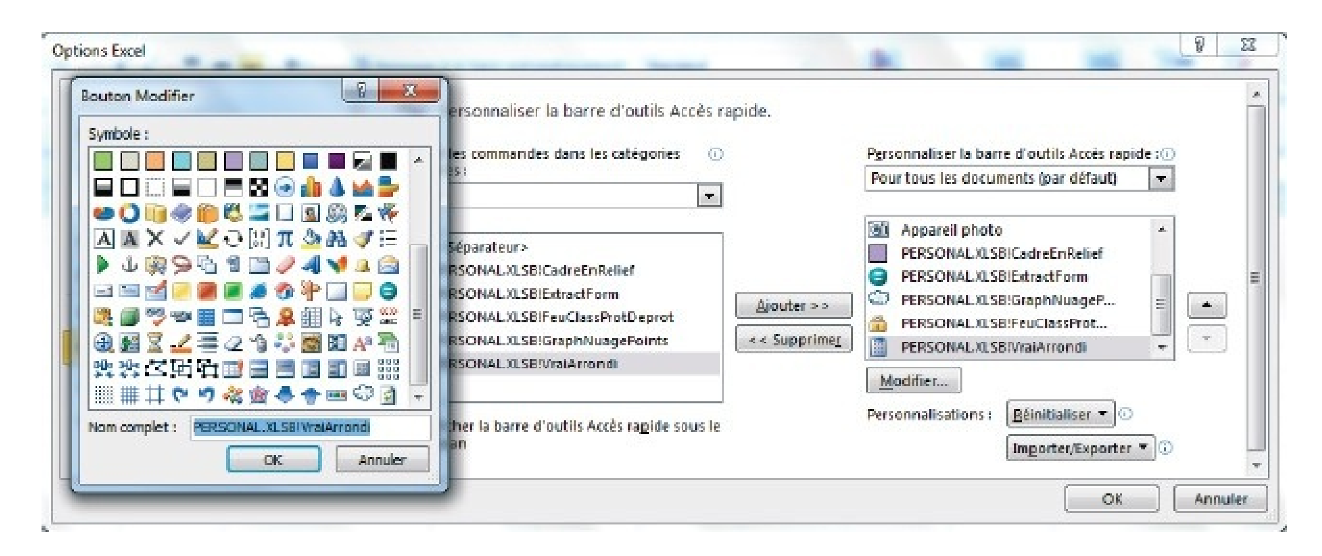


Figure 11–43 Les macros peuvent être attachées à la barre d'outils Accès rapide et leurs boutons être personnalisés.

6 Choisissez un symbole pour chacune d'elles.

7 Fermez la boîte de dialogue en cliquant sur *OK* afin de valider vos modifications. Vous retrouvez la barre d'outils *Accès rapide* transformée.

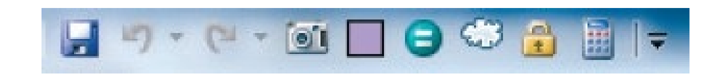


Figure 11–44 La barre d'outils Accès rapide enrichie de cinq nouveaux boutons.

Modéliser les classeurs

Lorsque vous ouvrez un nouveau classeur en pressant les touches *Ctrl+N*, il apparaît, doté des paramètres du modèle standard d'Excel.

Si vous passez par *Fichier>Nouveau*, vous pouvez choisir un modèle de classeur qui sera paramétré différemment. Sous Excel 2010, l'écran est scindé en deux. Dans la partie supérieure, vous trouvez les modèles stockés en local et, dans la partie inférieure, les modèles accessibles sur le site `Office.com` (pour y accéder, vous devez être connecté à Internet). Le bouton *Mes modèles* donne accès aux modèles créés par l'utilisateur (voir la section suivante).

Sous Excel 2013, l'intégralité des modèles accessibles apparaît sur l'écran *Fichier>Nouveau*. Si vous avez créé des modèles personnels, vous devez choisir l'onglet *PERSONNEL* (à côté de l'onglet *PROPOSÉS*). Une fois sur l'onglet *PERSONNEL*, cliquez sur la petite épingle *Attacher à la liste*, qui s'affiche lorsque vous survolez le coin inférieur droit de votre modèle. Dès lors, votre modèle personnel apparaîtra à côté des modèles Microsoft, sur l'onglet *PROPOSÉS*. Pour le faire disparaître de cet onglet, vous devez à nouveau survoler le coin inférieur droit de votre modèle et cliquer sur la petite épingle *Détacher de la liste*. Les modèles proposés par défaut par Excel 2013 sont stockés au bout du chemin : C:\Programmes\Microsoft Office 15\root\templates\1036.

Utiliser des modèles de classeurs personnalisés

Vous pouvez définir vos propres modèles. Il suffit de préparer un classeur en y mettant tout ce qui vous est utile et de l'enregistrer dans un format de modèle (`.xltx` ou `.xltm`).

> **À SAVOIR Les paramètres d'un modèle**
>
> Un modèle intègre les éléments suivants :
> - le thème actif ;
> - les feuilles qui le composent avec leur mise en forme et leur contenu ;
> - les formats de nombre personnalisés ;
> - les styles ;
> - les noms ;
> - les affichages personnalisés ;
> - les macros, etc.

Créer un modèle de classeur personnel

Avant d'enregistrer un classeur comme modèle, il faut le préparer.

1. Préparez les feuilles et leur mise en forme. Soignez en particulier leur orientation, leurs marges et les en-têtes et pieds de page (ajoutez les logos, sigles et autres marqueurs institutionnels).
2. Définissez tous les formats de nombre personnalisés, ainsi que les styles que vous utilisez couramment.
3. Définissez les noms et les macros nécessaires.

4 Une fois le modèle prêt, choisissez *Fichier>Enregistrer sous*. Sous Excel 2013, sélectionnez l'emplacement dans la partie gauche de l'écran (ordinateur, réseau ou cloud) puis, dans la partie droite, le répertoire concerné.

5 Dans la boîte de dialogue, déroulez *Type de fichier* et sélectionnez *Modèle Excel (*.xltx)* ou *Modèle Excel (prenant en charge les macros) (*.xltm)* suivant que votre classeur contient ou non des macros. Donnez-lui un nom explicite et cliquez sur *Enregistrer*.

> **FICHIER Répertoire particulier**
>
> Dans la boîte de dialogue *Enregistrer sous*, dès que vous choisissez un type de fichier modèle, Excel active automatiquement le répertoire dédié aux modèles. Sous Excel 2010, ce dernier se trouve au bout du chemin suivant : C:\Utilisateurs\<NomUtilisateur>\AppData\Roaming\Microsoft\Templates. Sous Excel 2013, vous le trouverez au bout du chemin suivant : C:\Utilisateurs\<NomUtilisateur>\Mes documents\Modèles Office personnalisés. Sous Excel 2013, vous pouvez modifier l'emplacement de ce répertoire en choisissant *Fichier>Options>Enregistrement* et en changeant le chemin d'accès indiqué dans la case *Emplacement des modèles personnels par défaut*.

Utiliser un modèle de classeur personnel

Pour créer un nouveau classeur fondé sur un modèle personnel, choisissez *Fichier>Nouveau*, puis, sous Excel 2010, cliquez sur le bouton *Mes modèles*. Une boîte de dialogue affiche tous vos modèles. Sélectionnez celui qui vous convient et cliquez sur *OK*. Sous Excel 2013, vous le trouverez sous l'onglet *PERSONNEL*, mais si vous l'avez attaché à la liste (voir plus haut), vous le trouverez aux côtés des modèles Microsoft, sur l'onglet *PROPOSÉS*.

> **ASTUCE Disposer du modèle au démarrage d'Excel**
>
> Si vous utilisez toujours le même modèle, la procédure présentée dans la section précédente est un peu lourde. Dans ce cas, n'hésitez pas à enregistrer une copie de votre modèle dans un format Excel « normal » et à la placer dans le répertoire *XLSTART* situé au bout du chemin suivant : C:\Utilisateurs\<NomUtilisateur>\AppData\Roaming\Microsoft\Excel\XLSTART.
> Comme, au démarrage, Excel ouvre systématiquement tous les fichiers stockés dans ce répertoire, votre « modèle » personnel sera ouvert automatiquement. Simplement, comme il s'agit d'un fichier Excel « normal », commencez par l'enregistrer sous un nouveau nom afin de ne pas le « polluer » avec des éléments spécifiques au classeur en construction.

Modifier les paramètres des nouveaux classeurs

Les quelques options présentées ici sont disponibles à partir de *Fichier>Options* et interviennent à l'ouverture et à l'enregistrement d'un nouveau classeur.

Définir les paramètres à appliquer à l'ouverture d'un nouveau classeur

Les paramètres présentés ici transforment quelques éléments du modèle standard d'Excel. Vous les trouvez dans la catégorie *Général*, sous la section *Lors de la création de classeurs*.

- Les options *Toujours utiliser cette police* et *Taille de la police* définissent la police par défaut des nouveaux classeurs.
- L'option *Mode d'affichage par défaut des nouvelles feuilles* permet d'afficher les nouvelles feuilles sous trois aspects différents (*Affichage normal*, *Aperçu des sauts de page* ou *Mode d'affichage Mise en page*).
- La valeur de l'option *Inclure ces feuilles* règle le nombre de feuilles par défaut des nouveaux classeurs.

Définir les paramètres à appliquer à l'enregistrement d'un classeur

La catégorie *Enregistrement* offre toute une panoplie d'options susceptibles d'orienter vos enregistrements sous Excel.

Enregistrer les fichiers au format suivant règle le format de fichier proposé par défaut dans la boîte de dialogue *Enregistrer sous*. *Enregistrer les informations de récupération automatique toutes les x minutes*, *Conserver le dernier fichier récupéré automatiquement si je ferme sans enregistrer*, *Emplacement du fichier de récupération automatique* et *Désactiver la récupération automatique pour ce classeur uniquement* permettent de paramétrer le comportement de la sauvegarde automatique. *Dossier par défaut* correspond au répertoire activé par défaut, à la première ouverture des boîtes de dialogue *Ouvrir* et *Enregistrer sous*.

EXPERT L'éditeur de registre

La boîte de dialogue *Options Excel* ne donne pas accès à l'intégralité des paramètres. C'est par exemple le cas du nom de votre société (saisi pendant l'installation d'Office et utilisé dans les en-têtes et pieds de pages prêts à l'emploi). Pour modifier cette valeur, vous devez utiliser l'*Éditeur de registre*.

1. Sous Excel 2010 et Windows 7, déroulez le bouton *Démarrer* et, dans la case *Rechercher les programmes et fichiers*, saisissez `Regedit`. Pressez la touche *Entrée* (si vous passez par le *Panneau de configuration*, vous le trouvez au bout du chemin : *Outils d'administration>Configuration du système> Outils>Éditeur du registre*). Sous Excel 2013 et Windows 8, survolez le coin inférieur droit de votre écran et, dans le bandeau qui apparaît à droite, choisissez *Paramètres*. Sélectionnez *Panneau de configuration>Outils d'administration>Configuration du système>Outils>Éditeur du registre* et cliquez sur *Exécuter*. En fait, *regedt32.exe* se trouve au bout du chemin suivant : C:\Windows\System32.
2. Un message d'alerte apparaît. Cliquez sur *Oui*. La fenêtre de l'*Éditeur de Registre* s'ouvre.
3. Allez au bout du chemin suivant :

HKEY_CURRENT_USER\Software\Microsoft\Office\Common\UserInfo.

4. Cliquez droit sur la clé qui vous intéresse (par exemple, *Company*) et choisissez *Modifier*.
5. Faites votre modification, cliquez sur *OK* et refermez l'*Éditeur de registre*.

Le Registre contient des informations système essentielles au fonctionnement de votre ordinateur et tout changement incorrect peut le rendre inutilisable. C'est pourquoi il est fortement recommandé d'en effectuer une sauvegarde avant d'y faire la moindre modification (commandes *Importer* et *Exporter* du menu *Fichier* de l'*Éditeur de registre*).

Du côté des mathématiciens

12

Il nest pas nécessaire dêtre grand mathématicien pour utiliser les fonctions rangées dans la catégorie Maths et trigonométrie. Dun abord un peu austère, cette liste recèle pourtant LA fonction magique dExcel. Nous avons bien entendu nommé la fonction SOMME qui, à elle seule, justifie lutilisation dExcel pour de nombreux utilisateurs.



SOMMAIRE

- Arrondis
- Décompositions en facteurs premiers
- Sommes, produits
- Exponentielles, logarithmes
- Matrices
- Probabilités
- Fonctions circulaires
- Fonctions hyperboliques

MOTS-CLÉS

- Aléa
- Angle
- Arrangement

- Arrondi
- Combinaison
- Cosinus
- Déterminant
- Exponentielle
- Factorielle
- Logarithme
- Matrice
- Nombre premier
- Produit
- Quotient
- Racine
- Signe
- Sinus
- Somme
- Tangente

La catégorie *Maths et trigonométrie* regroupe à la fois des outils dusage courant, comme les fonctions darrondi, et dautres plus sophistiqués, comme les fonctions de calcul matriciel ou logarithmique. Toutefois, quelle que soit la complexité des mécanismes qui les sous-tendent, ne négligez pas ces fonctions, car bien souvent, elles permettent de répondre simplement à des problèmes épineux. De plus, il nest pas nécessaire de comprendre les tenants et les aboutissants des formules quelles traduisent pour bien les utiliser.

Soixante-quatorze fonctions Maths et trigonométrie

Cette catégorie rassemble plusieurs familles. Vous avez dabord les fonctions darrondi et quelques fonctions darithmétique élémentaire. Ensuite, vous trouvez les fonctions hyperboliques, logarithmiques, matricielles ainsi que quelques fonctions de calcul de probabilités. Enfin, vous disposez de toute une série de fonctions circulaires (trigonométrie).

Fonctions d’arrondi

Une façon d’arrondir une valeur consiste à appliquer à la cellule un format de nombre ; mais dans ce cas, vous ne jouez que sur l’apparence du nombre (la valeur elle-même est conservée avec toute sa précision). En revanche, les fonctions d’arrondi transforment profondément les valeurs auxquelles elles s’appliquent et leur font réellement perdre leur précision. Les douze fonctions présentées ici appliquent toutes un arrondi, mais en respectant à chaque fois des règles différentes.

Le second argument des quatre fonctions *ARRONDI*, *ARRONDI.INF*, *ARRONDI.SUP* et *TRONQUE* donne des niveaux d’arrondis différents. Il faut utiliser une valeur entière positive pour arrondir au-delà de la virgule, ou négative pour arrondir en-deçà. Les deux séries d’exemples entrés dans les plages *C4:C10* et *E4:E10* de la figure 12-1 exposent les différentes réactions de la fonction *ARRONDI* suivant que la valeur à arrondir est supérieure ou strictement inférieure à 5.

Type d'arrondi	Valeur originale	Résultat	Valeur originale	Résultat
3	1 231,2312	1 231,2310	9 876,5987	9 876,5990
2	1 231,2312	1 231,2300	9 876,5987	9 876,6000
1	1 231,2312	1 231,2000	9 876,5987	9 876,6000
0	1 231,2312	1 231,0000	9 876,5987	9 877,0000
-1	1 231,2312	1 230,0000	9 876,5987	9 880,0000
-2	1 231,2312	1 200,0000	9 876,5987	9 900,0000
-3	1 231,2312	1 000,0000	9 876,5987	10 000,0000

=ARRONDI(B4;A4)

=ARRONDI(D4;A4)

Figure 12–1 Des fonctions ARRONDI ont été entrées dans les plages C4:C10 et E4:E10. Elles utilisent pour deuxième argument les valeurs entières de la plage A4:A10.

Tableau 12–1 Fonctions d'arrondi

Fonction	Description
ARRONDI	Cette fonction utilise deux arguments. Elle arrondit un nombre décimal (premier argument) au niveau de précision indiqué dans le deuxième argument (un entier). Elle applique les règles d'arrondi standard, c'est-à-dire le choix de la valeur inférieure jusqu'à 5 exclu et de la valeur supérieure à partir de 5. Si le deuxième argument n'est pas un entier, Excel le tronque à sa valeur entière.
ARRONDI.SUP	Cette fonction utilise deux arguments. Elle arrondit un nombre décimal (premier argument) au niveau de précision indiqué dans le deuxième argument (un entier). Elle n'applique pas les règles d'arrondi standard, mais choisit systématiquement la valeur supérieure. Si le deuxième argument n'est pas un entier, Excel le tronque à sa valeur entière.

	ARRONDI	ARRONDI.SUP
Syntaxe	=ARRONDI(D7;D8)	=ARRONDI.SUP(E7;E8)
Arguments		
Nombre	123,34	123,34
Niveau d'arrondi	0	0
Résultat	123,00	124,00

Figure 12–2 Mise en uvre des fonctions ARRONDI et ARRONDI.SUP.

ATTENTION Comportement inversé sur les valeurs négatives

Les fonctions *ARRONDI.INF* et *ARRONDI.SUP* raisonnent en valeur absolue quand on aborde les valeurs négatives. `=ARRONDI.INF(-25;-1)` renvoie `-20` alors que `=ARRONDI.SUP(-25;-1)` renvoie

```
-30.
```

Tableau 12–2 Fonctions d'arrondi

Fonction	**Description**
ARRONDI.INF	Cette fonction utilise deux arguments. Elle arrondit un nombre décimal (premier argument) au niveau de précision indiqué dans le deuxième argument (un entier). Elle n'applique pas les règles d'arrondi standard, mais choisit systématiquement la valeur inférieure. Si le deuxième argument n'est pas un entier, Excel le tronque à sa valeur entière.
TRONQUE	Cette fonction utilise deux arguments. Elle supprime tous les chiffres composant un nombre décimal (premier argument) jusqu'au niveau de précision indiqué dans le deuxième argument (un entier). De ce fait, elle renvoie des résultats similaires à la fonction *ARRONDI.INF*. Si le deuxième argument n'est pas un entier, Excel le tronque à sa valeur entière.

	B	D	E
2		ARRONDI.INF	TRONQUE
4	Syntaxe 1	=ARRONDI.INF(D8;D10)	=TRONQUE(E8;E10)
5	Syntaxe 2	=ARRONDI.INF(D9;D10)	=TRONQUE(E9;E10)
7	Arguments		
8	Nombre 1	123,56	123,56
9	Nombre 2	-123,56	-123,56
10	Niveau d'arrondi	0	0
12	Résultat 1	123,00	123,00
13	Résultat 2	-123,00	-123,00

Figure 12–3 Mise en uvre des fonctions TRONQUE et ARRONDI.INF.

HISTOIRE Pourquoi deux fonctions pour un même objectif ?

La fonction *TRONQUE* existe depuis les premières versions d'Excel, alors que la fonction *ARRONDI.INF* est apparue plus tard. La fonction *TRONQUE* est donc conservée dans Excel 2010 et Excel 2013 pour assurer une continuité avec les versions précédentes.

Tableau 12–3 Fonctions d'arrondi

Fonction	**Description**
ENT	Cette fonction utilise un seul argument (un nombre décimal), dont elle renvoie la partie entière.
IMPAIR	Cette fonction utilise un seul argument (un nombre décimal), dont elle renvoie la valeur entière impaire la plus proche en s'éloignant de zéro.
PAIR	Cette fonction utilise un seul argument (un nombre décimal), dont elle renvoie la valeur entière paire la plus proche en s'éloignant de zéro.

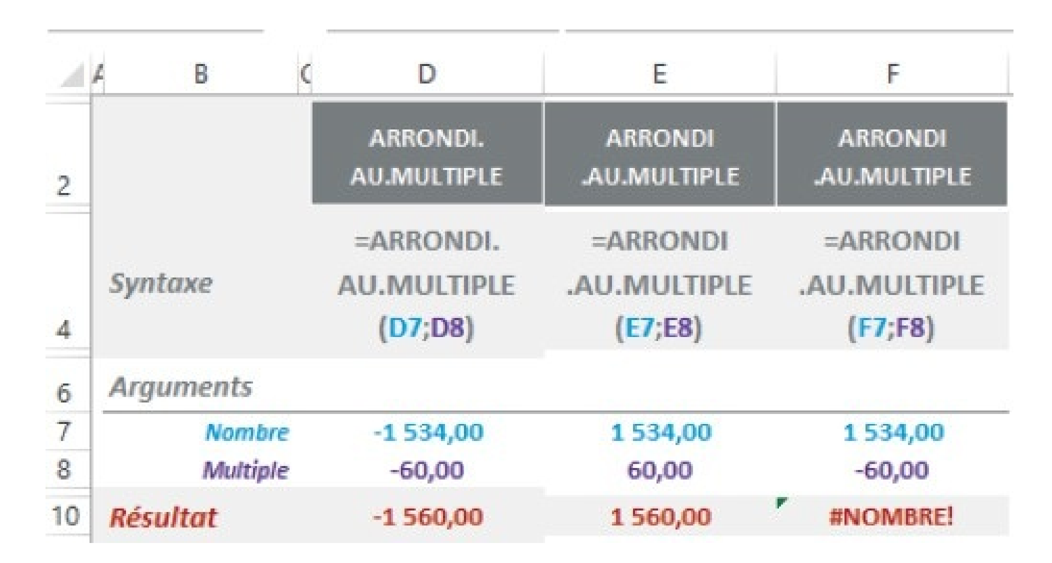
	ENT	IMPAIR	PAIR
Syntaxe	=ENT(D7)	=IMPAIR(E7)	=PAIR(F7)
Arguments			
Nombre	-65,60	4567,89	4567,89
Résultat	-66,00	4 569,00	4 568,00

Figure 12–4 Mise en uvre des fonctions ENT, IMPAIR et PAIR.

> **À SAVOIR Valeurs négatives traitées « normalement »**
>
> La fonction *ENT* aborde les valeurs négatives en prenant en compte leur valeur réelle et non leur valeur absolue. Ainsi, à partir de `-65,4,` la fonction *ENT* renverra systématiquement `-66`.

Tableau 12–4 Fonctions d'arrondi

Fonction	Description
ARRONDI.AU.MULTIPLE	Cette fonction utilise deux arguments. Elle arrondit un nombre décimal (premier argument) au multiple le plus proche de la valeur spécifiée dans le deuxième argument (nombre décimal). Dans l'exemple présenté figure 12-5, on a bien `25 * 60 = 1 500` et `26 * 60 = 1 560. 1 534` étant plus proche de `1 560`, c'est cette dernière qui est renvoyée par la formule. Si le nombre et le multiple sont de signes différents, la fonction renvoie une valeur d'erreur.



	ARRONDI.AU.MULTIPLE	ARRONDI.AU.MULTIPLE	ARRONDI.AU.MULTIPLE
Syntaxe	=ARRONDI.AU.MULTIPLE(D7;D8)	=ARRONDI.AU.MULTIPLE(E7;E8)	=ARRONDI.AU.MULTIPLE(F7;F8)
Arguments			
Nombre	-1 534,00	1 534,00	1 534,00
Multiple	-60,00	60,00	-60,00
Résultat	-1 560,00	1 560,00	#NOMBRE!

Figure 12–5 Mise en uvre de la fonction ARRONDI.AU.MULTIPLE.

Tableau 12–5 Fonctions d'arrondi

Fonction	Description
PLANCHER	Cette fonction utilise deux arguments. Elle arrondit un nombre décimal (premier argument) au multiple le plus proche de la valeur spécifiée

	dans le deuxième argument (nombre décimal) en s'approchant de zéro. Elle applique les mêmes règles que la fonction *ARRONDI.AU.MULTIPLE* mais, au lieu d'arrondir à la valeur la plus proche, elle choisit systématiquement celle qui est plus près de zéro. Quand les deux arguments sont positifs (`1 534` et `60` dans l'exemple proposé à la figure 12-6), elle renvoie donc la plus petite valeur (`1 500`), mais quand ils sont tous les deux négatifs (`-1 534` et `-60`), elle renvoie la plus grande (`-1 500`, qui est en effet plus proche de zéro que la plus petite, `-1 560`). Lorsque les deux arguments sont de signes différents, la fonction réagit autrement. Si c'est le multiple qui est négatif, la fonction renvoie une valeur d'erreur. Si c'est le nombre (`-1 534`), la fonction renvoie la valeur arrondie la plus proche en s'éloignant de zéro (`-1 560`). Cette fonction a disparu de la version 2013.
PLANCHER.MATH ou *PLANCHER.PRECIS*	Sous Excel 2010, cette fonction s'intitule *PLANCHER.PRECIS* et utilise deux arguments. Sous Excel 2013, elle s'intitule *PLANCHER.MATH* et utilise un argument supplémentaire. Lorsque les deux arguments sont positifs (`1 534` et `60`), elle a un comportement similaire à la fonction *PLANCHER* et renvoie `1 500`. Elle réagit également de la même façon lorsque le nombre est négatif (`-1 534`) et le multiple positif (`60`) ; elle renvoie `-1 560`.
	Elle diffère de la fonction *PLANCHER* dans les deux derniers cas de figure. Lorsque les deux arguments sont négatifs, elle renvoie `-1 560` et non pas `-1 500`. Et enfin, lorsque le nombre est positif (`1 534`) et le multiple négatif (`-60`), elle ne renvoie plus de valeur d'erreur mais `1 500`. Si vous travaillez sous Excel 2013 et souhaitez arrondir un nombre négatif, vous pouvez préciser un troisième argument, *mode*. En entrant une valeur différente de `0` (`1`, par exemple), vous arrondissez en vous approchant de zéro. **Nouveauté Excel 2013.**

	A	B	C	D	E	F	G
2				PLANCHER	PLANCHER	PLANCHER	PLANCHER
4		*Syntaxe*		=PLANCHER (D7;D8)	=PLANCHER (E7;E8)	=PLANCHER (F7;F8)	=PLANCHER (G7;G8)
6		*Arguments*					
7		*Nombre*		1 534,00	-1 534,00	-1 534,00	1 534,00
8		*Multiple*		60,00	-60,00	60,00	-60,00
10		*Résultat*		1 500,00	-1 500,00	-1 560,00	#NOMBRE!

Figure 12–6 Mise en uvre de la fonction PLANCHER.

	B	D	E	F	G
2		PLANCHER. MATH	PLANCHER. MATH	PLANCHER. MATH	PLANCHER. MATH
4	*Syntaxe sous Excel 2010*	=PLANCHER. PRECIS(D8;D9)	=PLANCHER. PRECIS(E8;E9)	=PLANCHER. PRECIS(F8;F9)	=PLANCHER. PRECIS(G8;G9)
5	*Syntaxe sous Excel 2013*	=PLANCHER. MATH(D8;D9)	=PLANCHER. MATH(E8;E9;E10)	=PLANCHER. MATH(F8;F9;F10)	=PLANCHER. MATH(G8;G9)
7	*Arguments*				
8	*Nombre*	1 534,00	-1 534,00	-1 534,00	1 534,00
9	*Multiple*	60,00	-60,00	60,00	-60,00
10	*Mode*		0,00	1,00	
12	*Résultat sous Excel 2010*	1 500,00	-1 560,00	-1 560,00	1 500,00
13	*Résultat sous Excel 2013*	1 500,00	-1 560,00	-1 500,00	1 500,00

Figure 12–7 Mise en uvre de la fonction PLANCHER.MATH (sous Excel 2013) ou PLANCHER.PRECIS (sous Excel 2010).

Tableau 12–6 Fonctions d'arrondi

Fonction	Description
PLAFOND	Cette fonction utilise deux arguments. Elle arrondit un nombre décimal (premier argument) au multiple le plus proche de la valeur spécifiée dans le deuxième argument (nombre décimal) en s'éloignant de zéro. Elle applique les mêmes règles que la fonction *ARRONDI.AU.MULTIPLE* mais, au lieu d'arrondir à la valeur la plus proche, elle choisit systématiquement celle qui est plus loin de zéro.
	Quand les deux arguments sont positifs (`1 534` et `60` dans l'exemple proposé à la figure 12-8), elle renvoie donc la plus grande valeur (`1 560`), mais quand ils sont tous les deux négatifs (`-1 534` et `-60`), elle renvoie la plus petite (`-1 560`, qui est en effet plus loin de zéro que la plus grande, `-1 500`). Lorsque les deux arguments sont de signes différents, la fonction réagit autrement. Si c'est le multiple qui est négatif, la fonction renvoie une valeur d'erreur. Si c'est le nombre (`-1 534`), la fonction renvoie la valeur arrondie la plus proche en s'approchant de zéro (`-1 500`). Cette fonction a disparu de la version 2013.
PLAFOND.MATH ou *PLAFOND.PRECIS*	Sous Excel 2010, cette fonction s'intitule *PLAFOND.PRECIS* et utilise deux arguments. Sous Excel 2013, elle s'intitule *PLAFOND.MATH* et utilise un argument supplémentaire. Lorsque les deux arguments sont positifs (`1 534` et `60`), elle a un comportement similaire à la fonction *PLAFOND* et renvoie `1 560`. Elle

	réagit également de la même façon lorsque le nombre est négatif (`-1 534`) et le multiple positif (`60`) ; elle renvoie `-1 500`. Elle diffère de la fonction *PLAFOND* dans les deux derniers cas de figure. Lorsque les deux arguments sont négatifs, elle renvoie `-1 500` et non pas `-1 560`. Et enfin, lorsque le nombre est positif (`1 534`) et le multiple négatif (`-60`), elle ne renvoie plus de valeur d'erreur mais `1 560`. Si vous travaillez sous Excel 2013 et souhaitez arrondir un nombre négatif, vous pouvez préciser un troisième argument, *mode*. En entrant une valeur différente de `0` (`1`, par exemple), vous arrondissez en vous éloignant de zéro. **Nouveauté Excel 2013**.

	D	E	F	G
	PLAFOND	PLAFOND	PLAFOND	PLAFOND
Syntaxe	=PLAFOND (D7;D8)	=PLAFOND (E7;E8)	=PLAFOND (F7;F8)	=PLAFOND (G7;G8)
Arguments				
Nombre	1 534,00	-1 534,00	-1 534,00	1 534,00
Multiple	60,00	-60,00	60,00	-60,00
Résultat	1 560,00	-1 560,00	-1 500,00	#NOMBRE!

Figure 12–8 Mise en uvre de la fonction PLAFOND.

	D	E	F	G
	PLAFOND. MATH	PLAFOND. MATH	PLAFOND. MATH	PLAFOND. MATH
Syntaxe sous Excel 2010	=PLAFOND. PRECIS(D8;D9)	=PLAFOND. PRECIS(E8;E9)	=PLAFOND. PRECIS(F8;F9)	=PLAFOND. PRECIS(G8;G9)
Syntaxe sous Excel 2013	=PLAFOND. MATH(D8;D9)	=PLAFOND. MATH(E8;E9;E10)	=PLAFOND. MATH(F8;F9;F10)	=PLAFOND. MATH(G8;G9)
Arguments				
Nombre	1 534,00	-1 534,00	-1 534,00	1 534,00
Multiple	60,00	-60,00	60,00	-60,00
Mode		0,00	1,00	
Résultat sous Excel 2010	1 560,00	-1 500,00	-1 500,00	1 560,00
Résultat sous Excel 2013	1 560,00	-1 500,00	-1 560,00	1 560,00

Figure 12–9 Mise en uvre de la fonction PLAFOND.MATH (sous Excel 2013) ou PLAFOND.PRECIS (sous Excel 2010).

Fonctions afférentes au signe des nombres

Deux fonctions s'intéressent au signe des nombres : *ABS* et *SIGNE*. La première en fait

abstraction et l'autre renvoie une information à son propos.

Tableau 12–7 Fonctions afférentes au signe des nombres

Fonction	Description
ABS	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal, dont elle renvoie la valeur absolue (le nombre privé de son signe).
SIGNE	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal, qu'elle analyse pour renvoyer 1, 0 ou -1 suivant qu'il est positif, nul ou négatif.

	B	D	E	F	G	H
2		ABS	ABS	SIGNE	SIGNE	SIGNE
4	Syntaxe	=ABS(D7)	=ABS(E7)	=SIGNE(F7)	=SIGNE(G7)	=SIGNE(H7)
6	Arguments					
7	Nombre	-14,3	14,3	-14,3	14,3	0
9	Résultat	14,3	14,3	-1	1	0

Figure 12–10 Mise en uvre des fonctions ABS et SIGNE.

Fonctions afférentes aux nombres entiers

Certaines fonctions présentées dans cette section utilisent les nombres premiers, qui interviennent largement dans certains domaines des mathématiques appliquées, comme les algorithmes de cryptographie.

D'autres fonctions concernent le champ de l'arithmétique modulaire, dont le principe consiste à ne pas travailler sur les nombres eux-mêmes, mais sur le reste de leur division par une valeur quelconque.

RAPPEL Décomposition en facteurs premiers

Un nombre premier n'est divisible que par `1` et par lui-même. Un théorème fondamental de l'arithmétique nous apprend qu'un nombre entier se décompose de manière unique en un produit de facteurs premiers. Par exemple, `24` se décompose en $2^3 \times 3$ et `180` en $2^2 \times 3^2 \times 5$. Une telle décomposition permet de trouver le PGCD (plus grand commun diviseur) et le PPCM (plus petit commun multiple) de ces deux nombres.

Pour trouver le PGCD, on ne prend que les facteurs premiers communs avec leur plus petit exposant (soit $2^2 \times 3 = 12$). Pour trouver le PPCM, on prend tous les facteurs premiers avec leur plus grand exposant (soit $2^3 \times 3^2 \times 5 = 360$).

Tableau 12–8 Fonctions afférentes aux décompositions en facteurs premiers

Fonction	Description
PGCD	Cette fonction utilise un nombre variable d'arguments. Elle renvoie le

	plus grand diviseur commun de tous les arguments (des entiers).
PPCM	Cette fonction utilise un nombre variable d'arguments. Elle renvoie le plus petit multiple commun de tous les arguments (des entiers).

	A	B	C	D	E
2				PGCD	PPCM
4		Syntaxe		=PGCD(D7:D11)	=PPCM(E7:E11)
6		Arguments			
7		Nombre 1		96	96
8		Nombre 2		36	36
9		Nombre 3		18	18
10		Nombre 4		48	48
11		Nombre 5		60	60
13		Résultat		6	1 440

Figure 12–11 Mise en uvre des fonctions PGCD et PPCM.

Les arguments utilisés par les fonctions *PGCD* et *PPCM* doivent être des entiers positifs. Les lois mathématiques impliquent que lorsqu'une valeur négative se glisse parmi eux, la fonction renvoie une valeur d'erreur. Une limite d'Excel fait que si l'un d'eux est supérieur à `9 007 199 254 740 990` (`2^53`), la fonction renvoie également une valeur d'erreur. Si la fonction rencontre une valeur décimale, elle la tronque à l'unité.

Tableau 12–9 Fonctions afférentes à l'arithmétique modulaire

Fonction	Description
QUOTIENT	Cette fonction utilise deux arguments (nombres décimaux). Elle considère le premier comme un numérateur, le second comme un dénominateur et réalise la division correspondante dont elle renvoie la partie entière du résultat.
MOD	Cette fonction utilise deux arguments (nombres décimaux). Elle divise le premier par le second et renvoie le reste (valeur entière) de cette opération pour un résultat entier.

	A	B	C	D	E
2				QUOTIENT	MOD
4		Syntaxe		QUOTIENT(D7;D8)	=MOD(E7;E8)
6		Arguments			
7		Nombre		2 009	2 009
8		Diviseur		4	4
10		Résultat		502	1

Figure 12–12 Mise en uvre des fonctions QUOTIENT et MOD.

Sommes

L’addition est l’une des quatre opérations de l’arithmétique élémentaire. Comme ses petites surs, elle peut être directement mise en uvre dans une formule grâce à l’opérateur +. Néanmoins, dans la majorité des cas, elle doit être appliquée à un très grand nombre de valeurs et il vaut mieux utiliser la fonction correspondante, qui évite de détailler les termes de l’opération. Dans la même famille, Excel propose des fonctions qui cumulent les valeurs d’une plage en excluant celles qui ne répondent pas à certains critères.

	A	B	C	D	E
1	Prénom	Âge	Sport	Nb enfants	Budget vacances annuel
2	Jean	47	Tennis	2	10 000
3	Paul	24	Judo	1	1 000
4	Roger	36	Tennis		3 000
5	Albert	57	Natation	3	12 000
6	Felix	62	Natation	4	8 000
7	Michel	27	Natation		1 200
8	Georges	32	Judo		600
9	Simon	29	Tennis	2	700
10	Ernest	43	Tennis	1	3 000
11	Amelin	26	Judo		1 300

Figure 12–13 Pour illustrer les fonctions de la catégorie Sommes, nous utiliserons ce petit tableau. La feuille sur laquelle il se trouve s’appelle Données.

> **ASTUCE Des noms pour clarifier les formules**
>
> Dans le tableau présenté figure 12-13, la plage *B2:B11* a été nommée `Age`, la plage `C2:C11 Sport`, la plage `D2:D11 Enfants` et la plage `E2:E11 Budget` (pour savoir comment baptiser une plage, consultez le chapitre 2).

Tableau 12–10 Sommes

Fonction	Description
SOMME	Cette fonction renvoie la somme des valeurs stockées dans ses arguments (nombres décimaux). Il peut s’agir d’une plage unique, de plusieurs plages ou de valeurs exprimées « en dur » dans la formule. Elle utilise donc un nombre variable d’arguments. Quelle que soit la forme de sa syntaxe, elle ne prend en compte que les valeurs numériques (les valeurs de texte sont considérées comme nulles).

	B	D	E	F
2		SOMME	SOMME	SOMME
4	Syntaxe	=SOMME (E2:E11)	=SOMME (Données!E2:E11)	=SOMME (Budget)
6	Arguments			
7	Plage	E2:E11	Données!E2:E11	Budget
9	Résultat	40 800	40 800	40 800

Figure 12–14 Mise en uvre de la fonction SOMME.

La figure 12-14 propose trois syntaxes différentes pour mener à bien le même calcul à partir de la même plage. Si la formule est entrée dans une cellule de la feuille `Données`, l'exemple de la colonne *D* convient tout à fait. Si elle se trouve dans une autre feuille située dans le même classeur, il faut utiliser la formule proposée dans la colonne *E*.

Dans notre exemple, la plage *E2:E11* a été nommée `Budget`. Aussi, lors de la saisie de la fonction *SOMME*, dès que vous cliquez-glissez sur elle, c'est le nom `Budget` qui s'inscrit dans la formule. Vous pouvez alors utiliser la troisième syntaxe, présentée colonne *F*.

Réaliser une somme respectant une condition

Pour que la fonction *SOMME.SI* ait un sens, les deux plages (premier et troisième argument) doivent avoir la même taille, car les données de l'une sont liées à celles de l'autre par leur position. La première cellule de la plage de somme correspond à la première cellule de la plage de filtre et ainsi de suite. Seules les cellules remplissant la condition exprimée dans le deuxième argument sont prises en compte dans la somme.

Tableau 12–11 Sommes

Fonction	Description
SOMME.SI	Cette fonction fait la somme des valeurs d'une plage respectant un certain critère. Dans la figure 12-15, on fait la somme des valeurs de la plage `Budget` uniquement lorsque la valeur correspondante de la plage `Enfants` est strictement supérieure à zéro. Le résultat obtenu est le cumul des budgets de vacances pour les personnes ayant au moins un enfant. Cette fonction utilise trois arguments. Le troisième est la plage de cellules contenant les données à additionner (`Budget`). Le premier est une plage de cellules (`Enfants`) sur lesquelles vous appliquez le filtre indiqué dans le deuxième argument (>0).

	B	D
2		SOMME.SI
4	*Syntaxe*	=SOMME.SI (Enfants;">0";Budget)
6	*Arguments*	
7	*Plage critère*	Enfants
8	*Critère*	>0
9	*Plage somme*	Budget
11	***Résultat***	**34 700**

Figure 12–15 Mise en uvre de la fonction SOMME.SI.

Un critère s'exprime à l'aide de l'un des six opérateurs de comparaison (pour les connaître, consultez le début du chapitre 4). Si vous ne précisez aucun opérateur, Excel comprend par défaut qu'il s'agit du signe égal. Pour cumuler les budgets des joueurs de tennis, vous pouvez utiliser les critères suivants : `"=Tennis"`, `"Tennis"`, `A1` (si la cellule *A1* contient le texte `Tennis`), `"T*"` ou `"T?????"` (Excel comprend les caractères génériques). S'il ne s'agit pas du signe égal, vous devez préciser l'opérateur. Pour cumuler les budgets des individus de moins de 30 ans, vous pouvez utiliser les critères suivants : `"<30"`, `"<"&A1` (si la cellule *A1* contient la valeur `30`).

Prénom	Âge	Sport	Nb enfants	Budget vacances annuel
Jean	47	Tennis	2	10 000
Paul	24	Judo	1	1 000
Roger	36	Tennis		3 000
Albert	57	Natation	3	12 000
Felix	62	Natation	4	8 000
Michel	27	Natation		1 200
Georges	32	Judo		600
Simon	29	Tennis	2	700
Ernest	43	Tennis	1	3 000
Amelin	26	Judo		1 300

= 10 000 + 1 000 + 12 000 + 8 000 + 700 + 3 000
= 34 700

Figure 12–16 Les lignes sélectionnées par le critère (arguments 1 et 2) apparaissent sur un fond mauve.

MISE EN GARDE Limite de la fonction SOMME.SI

Attention, le deuxième argument de la fonction *SOMME.SI* ne peut prendre en compte qu'une condition unique. Si vous souhaitez soumettre votre cumul à des conditions multiples, il faut utiliser

la fonction *SOMME.SI.ENS*.

Réaliser une somme respectant plusieurs conditions

La fonction *SOMME.SI.ENS* (voir la figure 12-17) utilise un nombre variable d'arguments, qui dépend des conditions auxquelles vous souhaitez soumettre votre somme. Le premier argument est la plage de cellules contenant les données à additionner (`Budget`). Ensuite, les arguments vont par paires. Le deuxième argument correspond à la plage (`Enfants`) sur laquelle s'applique la première condition (`>0`), elle-même exprimée dans le troisième argument. Si vous souhaitez filtrer encore davantage votre somme, utilisez un quatrième argument pour indiquer une nouvelle plage (`Sport`) sur laquelle s'appliquera la deuxième condition (`Tennis`, dans le cinquième argument) et ainsi de suite (jusqu'à la 127e paire !).

Tableau 12–12 Sommes

Fonction	Description
SOMME.SI.ENS	Cette fonction suit la même logique que *SOMME.SI*, mais en autorisant l'emploi simultané de plusieurs critères. Elle additionne les valeurs d'une plage en omettant celles qui ne remplissent pas les critères exprimés à partir du deuxième argument. Dans la figure 12-17, on fait la somme des valeurs de la plage `Budget` uniquement lorsque la valeur correspondante de la plage `Enfant` est strictement supérieure à zéro et lorsque la valeur correspondante de la plage `Sport` est égale à `tennis`. Le résultat obtenu est le cumul des budgets de vacances pour les personnes jouant au tennis et ayant au moins un enfant.

	A	B	C	D
2				SOMME.SI.ENS
4		Syntaxe		=SOMME.SI.ENS(Budget;Enfants;">0";Sport;"Tennis")
6		Arguments		
7		Plage somme		Budget
8		Plage critère 1		Enfants
9		Critère 1		>0
10		Plage critère 2		Sport
11		Critère 2		Tennis
13		Résultat		13 700

Figure 12–17 Mise en uvre de la fonction SOMME.SI.ENS.

Prénom	Âge	Sport	Nb enfants	Budget vacances annuel
Jean	47	Tennis	2	10 000
Paul	24	Judo	1	1 000
Roger	36	Tennis		3 000
Albert	57	Natation	3	12 000
Felix	62	Natation	4	8 000
Michel	27	Natation		1 200
Georges	32	Judo		600
Simon	29	Tennis	2	700
Ernest	43	Tennis	1	3 000
Amelin	26	Judo		1 300

= 10 000 + 700 + 3 000 = 13 700

Figure 12–18 Les lignes sélectionnées par les critères (arguments 2, 3, 4 et 5) apparaissent sur un fond mauve.

Calculer des sous-totaux

Lorsque, dans un tableau, vous gérez plusieurs niveaux, la présence de totaux intermédiaires vous fait toujours courir le risque de compter les valeurs en double, voire en triple ! C'est ce que la fonction *SOUS.TOTAL* vous évite. Même si les plages de calcul se recouvrent, à aucun moment, vous ne risquerez ces cumuls intempestifs. La façon la plus simple d'intégrer des sous-totaux à un tableau est d'utiliser la commande *Données>Plan>Sous-total* (consultez le chapitre 3). Néanmoins, il peut être utile de savoir manipuler cette fonction indépendamment de la commande *Sous-total*.

ASTUCE Sous-totaux et plan

Si vous utilisez la commande *Données>Plan>Sous-total*, un plan est automatiquement installé avec les sous-totaux. Si ce plan vous dérange, cliquez sur n'importe quelle cellule du tableau, déroulez *Données>Plan>Dissocier* et sélectionnez *Effacer le plan*.

	A	B	C	D	E	F
1	Prénom	Âge	Sport	Nb enfants	Budget vacances annuel	
2	Paul	24	Judo	1	1 000	
3	Georges	32	Judo		600	
4	Amelin	26	Judo		1 300	
5			Total Judo		2 900	=SOMME(E2:E4)
6	Albert	57	Natation	3	12 000	
7	Felix	62	Natation	4	8 000	
8	Michel	27	Natation		1 200	
9			Total Natation		21 200	=SOMME(E6:E8)
10	Jean	47	Tennis	2	10 000	
11	Roger	36	Tennis		3 000	
12	Simon	29	Tennis	2	700	
13	Ernest	43	Tennis	1	3 000	
14			Total Tennis		16 700	=SOMME(E10:E13)
15			Total général		81 600	=SOMME(E2:E14)

Figure 12–19 Ce tableau illustre une utilisation maladroite de la fonction SOMME engendrant des dysfonctionnements facilement résolus par la mise en uvre de la fonction SOUS.TOTAL.

Tableau 12–13 Sommes

Fonction	Description
SOUS.TOTAL	Cette fonction fait la somme, la moyenne, le dénombrement (ou huit autres opérations statistiques) d'une ou plusieurs plage(s) de cellules. Si on la compare aux fonctions *SOMME* ou *MOYENNE*, elle présente l'avantage d'introduire dans un tableau des calculs intermédiaires dont les résultats ne sont pas pris en compte dans les calculs généraux. Le tableau présenté figure 12-19 utilise des fonctions *SOMME* à mauvais escient. La formule entrée en *E15* cumule non seulement les données initiales, mais aussi les résultats intermédiaires, renvoyant une valeur qui est le double de ce qu'elle devrait être. Dans la figure 12-20, la fonction *SOUS.TOTAL* a été entrée en *E5*, *E9*, *E14* et *E15*. La syntaxe des quatre fonctions est donnée en *F5*, *F9*, *F14* et *F15*. La formule entrée en *E15* réalise une somme (code 9 indiqué dans le premier argument) et cumule les valeurs de la plage *E2:E14*. Dans cet exemple, la fonction *SOUS.TOTAL* utilise deux arguments, mais elle pourrait en comporter davantage. Si le calcul doit, par exemple, porter sur trois plages de cellules, la fonction comprendra quatre arguments (le code de l'opération et les trois plages de cellules).

	A	B	C	D	E	F
1	Prénom	Âge	Sport	Nb enfants	Budget vacances annuel	
2	Paul	24	Judo	1	1 000	
3	Georges	32	Judo		600	
4	Amelin	26	Judo		1 300	
5			Total Judo		2 900	=SOUS.TOTAL(9;E2:E4)
6	Albert	57	Natation	3	12 000	
7	Felix	62	Natation	4	8 000	
8	Michel	27	Natation		1 200	
9			Total Natation		21 200	=SOUS.TOTAL(9;E6:E8)
10	Jean	47	Tennis	2	10 000	
11	Roger	36	Tennis		3 000	
12	Simon	29	Tennis	2	700	
13	Ernest	43	Tennis	1	3 000	
14			Total Tennis		16 700	=SOUS.TOTAL(9;E10:E13)
15			Total général		40 800	=SOUS.TOTAL(9;E2:E13)

Figure 12–20 Mise en uvre de la fonction SOUS.TOTAL.

ATTENTION Compter ou non les cellules masquées

Le premier argument de la fonction indique le code de l'opération. Vous disposez de deux séries de codes. La première série (de `1` à `11`) met en uvre une fonction statistique (somme, moyenne, dénombrement, etc.) qui prend en compte toutes les valeurs référencées dans les arguments 2 à n de la fonction (cellules masquées incluses). La deuxième série (de `101` à `111`) réalise les mêmes calculs, mais sans tenir compte des valeurs stockées dans les cellules masquées.

Sélection de la fonction de calcul		
Intègre les valeurs masquées	Exclut les valeurs masquées	Fonction
1	101	MOYENNE
2	102	NB
3	103	NBVAL
4	104	MAX
5	105	MIN
6	106	PRODUIT
7	107	ECARTYPE
8	108	ECARTYPEP
9	109	SOMME
10	110	VAR
11	111	VAR.P

Figure 12–21 Deux séries de codes sont disponibles pour préciser le premier argument de la fonction SOUS.TOTAL.

Par cellules masquées, on comprend les lignes que vous avez masquées à l'aide de la commande éponyme. Si des lignes se retrouvent masquées par l'application d'un filtre (voir le chapitre 3), les

données correspondantes ne seront pas prises en compte dans le calcul, quelle que soit la série de codes utilisée.
Enfin, il faut savoir que la différence de comportement en fonction du code ne s'applique qu'aux lignes. Pour les colonnes, quelle que soit la nature du code, les données seront prises en compte, qu'elles soient masquées ou non.

Fonctions particulières

Voici quatre fonctions inclassables, qui permettent de régler des problèmes propres à Excel ou de répondre à des besoins spécifiques.

Fonctions statistiques et valeurs d'erreur

Les fonctions *MOYENNE*, *NB*, *MIN*, *MAX*, etc. réalisent des calculs statistiques sur des plages de cellules (voir le chapitre 13). Si des valeurs d'erreur se sont glissées dans ces plages, ces fonctions sont dans l'incapacité de renvoyer un résultat.

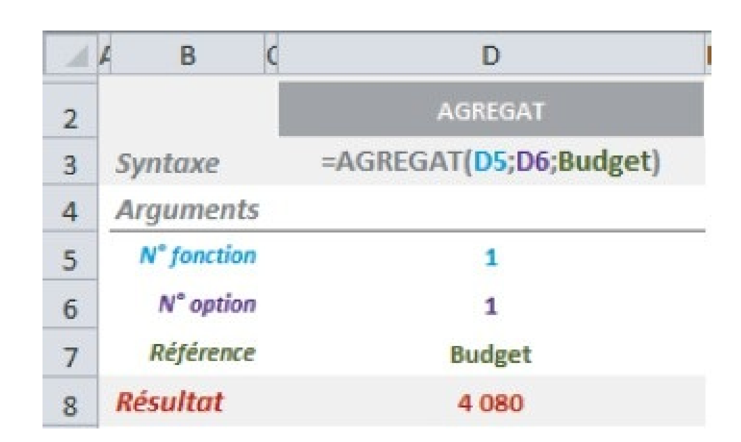


Figure 12–22 Mise en uvre de la fonction AGREGAT. L'argument Budget désigne la plage E2:E11 du tableau présenté figure 12-13. Le premier argument (1) indique qu'Excel calcule une moyenne et le deuxième argument (1) indique que ce calcul ignore les lignes masquées et les fonctions SOUS.TOTAL et AGREGAT imbriquées (voir la figure 12-23).

La fonction *AGREGAT* utilise un code (nombre entier compris entre `1` et `19`) qui lui permet de jouer le rôle de dix-neuf fonctions statistiques différentes (voir la figure 12-23). En ignorant les erreurs, la fonction *AGREGAT* est capable de renvoyer un résultat, même à partir d'une plage « polluée ». L'utilisation de cette fonction résout donc certains problèmes surgissant à l'occasion d'une mise en forme conditionnelle, lorsque les barres de données, les jeux d'icônes et les nuances de couleurs sont incapables d'afficher une mise en forme pour cause d'erreurs dans les plages.

Tableau 12–14 Fonctions particulières

Fonction	Description
	La fonction *AGREGAT* permet de faire dix-neuf calculs statistiques

AGREGAT	différents (moyenne, somme, dénombrement, etc.). Elle utilise un nombre variable d'arguments. Le premier, un entier compris entre `1` et `19`, représente le code de la fonction à utiliser (voir la figure 12-23). Le deuxième, un entier compris entre `1` et `7`, précise la manière dont doivent être traités calculs intermédiaires, valeurs d'erreur et lignes masquées (voir également la figure 12-23). Les arguments suivants (en nombre variable) indiquent les références des plages contenant les valeurs faisant l'objet du calcul. La fonction réalise l'opération statistique précisée dans le premier argument sur les données indiquées dans le troisième argument et les suivants.

N° fonctions			
1	MOYENNE	11	VAR.P.N
2	NB	12	MEDIANE
3	NBVAL	13	MODE.SIMPLE
4	MAX	14	GRANDE.VALEUR
5	MIN	15	PETITE.VALEUR
6	PRODUIT	16	CENTILE.INCLURE
7	ECARTYPE.STANDARD	17	QUARTILE.INCLURE
8	ECARTYPE.PEARSON	18	CENTILE.EXCLURE
9	SOMME	19	QUARTILE.EXCLURE
10	VAR.S		

N° options	
	Ignore :
0	fonctions SOUS.TOTAL et AGREGAT imbriquées
1	lignes masquées et option 0
2	valeurs d'erreur et option 0
3	lignes masquées, valeurs d'erreur et option 0
5	lignes masquées
6	valeurs d'erreur
7	lignes masquées et valeurs d'erreur
	N'ignore rien :
4	N'ignore rien

Figure 12–23 Le tableau de gauche présente les dix-neuf codes à utiliser comme premier argument de la fonction AGREGAT. Le tableau de droite liste les huit options disponibles pour mener à bien son calcul (à indiquer dans le deuxième argument de la fonction).

Développements limités

En physique et en mathématiques, le développement limité d'une fonction F au voisinage d'un point est une approximation polynomiale de cette fonction en ce point. En physique, il est fréquent de confondre la fonction avec son développement limité, à condition que le reste soit inférieur à l'erreur autorisée. *SOMME.SERIES* sert à calculer des fonctions polynomiales.

$$a_1x^n + a_2x^{(n+m)} + a_3x^{(n+2m)} + \ldots + a_ix^{(n+(i-1)m)}$$

Figure 12–24 Syntaxe de la fonction polynomiale construite par SOMME.SERIES.

$$A = \boxed{a_1 \mid a_2 \mid a_3 \mid \ldots \mid a_i}$$

Figure 12–25 Vecteur des coefficients. C'est sa taille qui détermine le nombre de termes de la fonction polynomiale.

Tableau 12–15 Fonctions particulières

Fonction	Description
SOMME.SERIES	*SOMME.SERIES* calcule la fonction polynomiale présentée figure 12-24. Sa syntaxe est `SOMME.SERIES(x;n;m;A). x, n` et `m` sont les trois premiers arguments de la fonction. Le quatrième est un vecteur (consultez le chapitre 5). Il correspond à la liste des coefficients a_1, a_2 a_i (voir la figure 12-25).

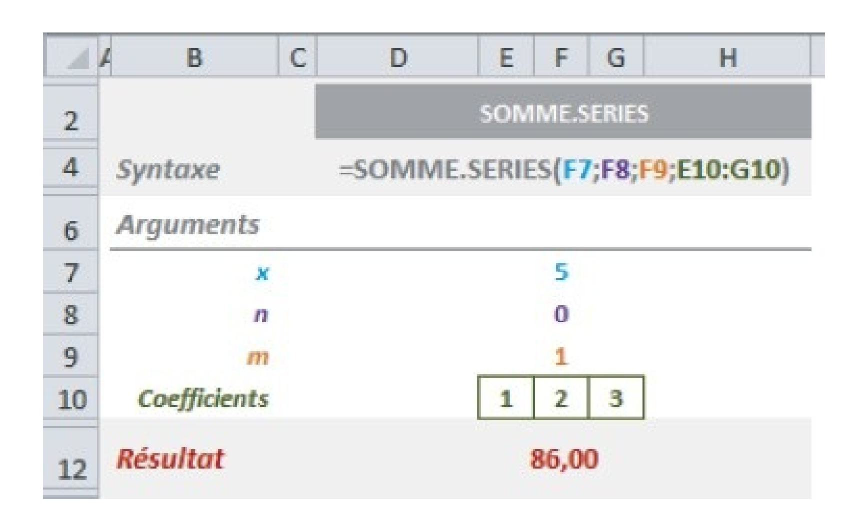


Figure 12–26 Mise en uvre de la fonction SOMME.SERIES.

$$F(x) = 1x^{(0)} + 2x^{(0+1)} + 3x^{(0+2*1)}$$
$$= 1 + 2x + 3x^2$$

$$F(5) = 1 + 2*5 + 3*5^2$$
$$= 1 + 10 + 75 = 86$$

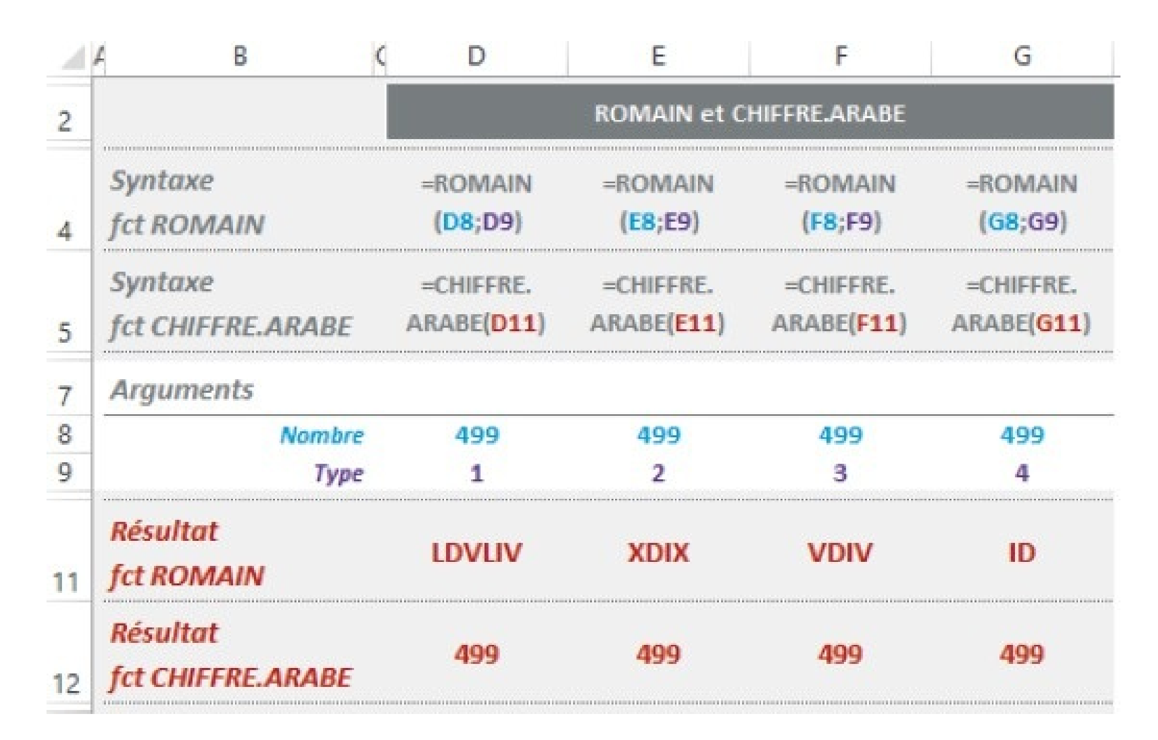
Figure 12–27 Fonction polynomiale utilisée par l'exemple proposé figure 12-26 et son calcul pour x=5.

L'un des exemples développés dans la deuxième section de ce chapitre utilise la fonction *SOMME.SERIE*.

Convertir un nombre en chiffres romains ou en chiffres arabes

Tableau 12–16 Fonctions particulières

Fonction	Description
ROMAIN	Cette fonction convertit en chiffres romains un entier compris entre `0` et `3 999` indiqué dans le premier argument de la fonction. Elle effectue cette conversion selon le type d'écriture précisé dans le deuxième argument (ce dernier va de `1` à `4` impliquant une concision croissante).
CHIFFRE.ARABE	Cette fonction convertit en chiffres arabes une valeur numérique exprimée en chiffres romains et donnée en argument. Elle n'a pas les mêmes limitations que la fonction *ROMAIN* et peut convertir des valeurs qui sont bien supérieures à `3 999`. **Nouveauté Excel 2013**.



	B	D	E	F	G
2		ROMAIN et CHIFFRE.ARABE			
4	Syntaxe fct ROMAIN	=ROMAIN (D8;D9)	=ROMAIN (E8;E9)	=ROMAIN (F8;F9)	=ROMAIN (G8;G9)
5	Syntaxe fct CHIFFRE.ARABE	=CHIFFRE. ARABE(D11)	=CHIFFRE. ARABE(E11)	=CHIFFRE. ARABE(F11)	=CHIFFRE. ARABE(G11)
7	Arguments				
8	Nombre	499	499	499	499
9	Type	1	2	3	4
11	Résultat fct ROMAIN	LDVLIV	XDIX	VDIV	ID
12	Résultat fct CHIFFRE.ARABE	499	499	499	499

Figure 12–28 Mise en uvre des fonctions ROMAIN et CHIFFRE.ARABE.

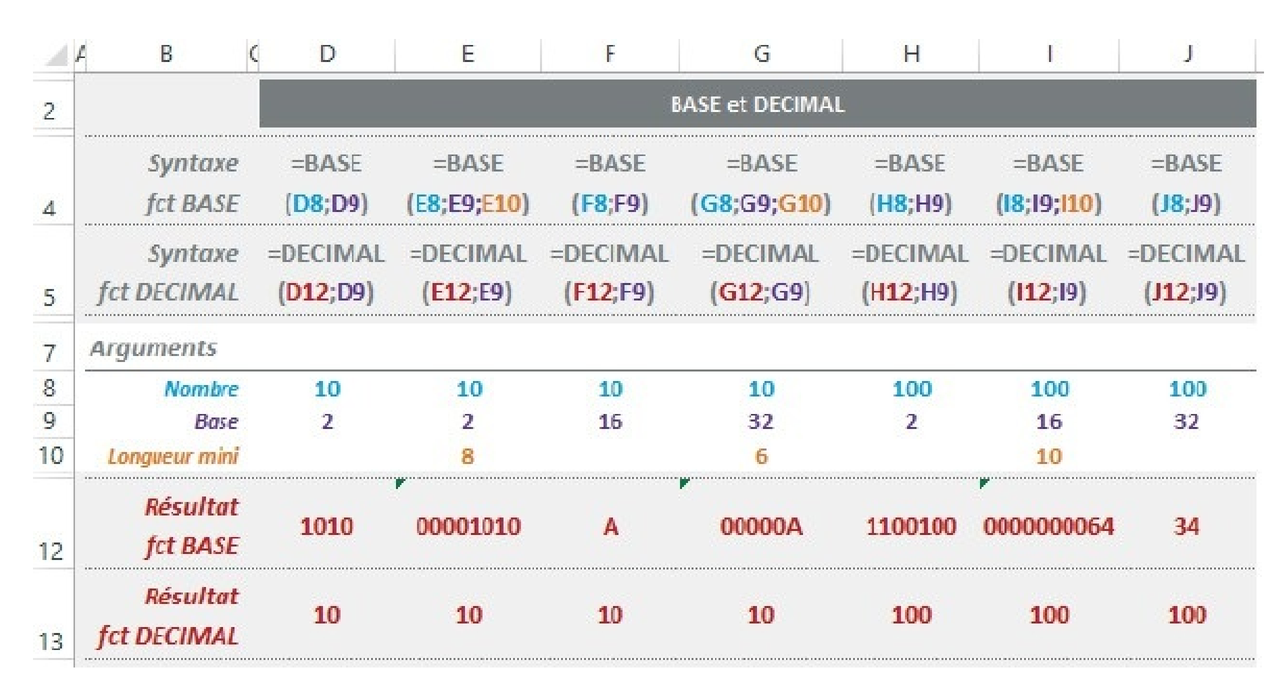
Convertir un nombre décimal en diverses bases et inversement

> **PLUS DE FONCTIONS Fonctions de l'ingénieur**
>
> Dans le chapitre 14, vous trouverez toute une section réservée à une catégorie de fonctions de l'ingénieur dédiées aux conversions en base 2, 8, 10 et 16.

Tableau 12–17 Fonctions de conversion

Fonction	Description
	Cette fonction utilise trois arguments. Elle convertit un nombre entier exprimé en base 10 (premier argument compris entre 0 et 9 007 199 254 740 990, autrement dit 2^{53}) en un nombre (au format texte) exprimé dans

BASE	une base quelconque (deuxième argument qui doit être une valeur entière comprise entre 2 et 36). Le troisième argument est facultatif et sert à préciser la longueur minimale de la chaîne à renvoyer (entier positif). Pour comprendre le rôle de ce troisième argument, voir la figure 12-29. La fonction *DECIMAL* permet de revenir à la valeur initiale. **Nouveauté Excel 2013**.
DECIMAL	Cette fonction utilise deux arguments. Elle convertit un nombre au format texte (premier argument) exprimé dans une base quelconque (deuxième argument qui doit être une valeur entière comprise entre 2 et 36) en un nombre entier exprimé en base 10. La fonction *BASE* permet de revenir à la valeur initiale. **Nouveauté Excel 2013**.



	B	D	E	F	G	H	I	J
2		BASE et DECIMAL						
4	Syntaxe fct BASE	=BASE (D8;D9)	=BASE (E8;E9;E10)	=BASE (F8;F9)	=BASE (G8;G9;G10)	=BASE (H8;H9)	=BASE (I8;I9;I10)	=BASE (J8;J9)
5	Syntaxe fct DECIMAL	=DECIMAL (D12;D9)	=DECIMAL (E12;E9)	=DECIMAL (F12;F9)	=DECIMAL (G12;G9)	=DECIMAL (H12;H9)	=DECIMAL (I12;I9)	=DECIMAL (J12;J9)
7	Arguments							
8	Nombre	10	10	10	10	100	100	100
9	Base	2	2	16	32	2	16	32
10	Longueur mini		8		6		10	
12	Résultat fct BASE	1010	00001010	A	00000A	1100100	0000000064	34
13	Résultat fct DECIMAL	10	10	10	10	100	100	100

Figure 12–29 Mise en uvre des fonctions BASE et DECIMAL.

Produits

La multiplication est l'une des quatre opérations de l'arithmétique élémentaire. Comme ses petites surs, elle peut être utilisée directement dans une formule grâce à l'opérateur `*`. Excel propose trois fonctions pour faciliter sa mise en uvre. L'une d'elles permet de multiplier tous les termes d'une plage sans les détailler, l'autre facilite les élévations à la puissance et la dernière calcule les racines carrées.

Tableau 12–18 Produits

Fonction	Description
PRODUIT	Cette fonction calcule le produit des nombres décimaux contenus dans les plages spécifiées en argument. Sa syntaxe est =PRODUIT(X_i:X_j;X_k:X_l;).

	A	B	C	D	E	F	G
2				PRODUIT			
4		Syntaxe		=PRODUIT(D8:G8;D10:G10)			
6		Arguments					
8		Plage 1		2	6	5	8
10		Plage 2		3	4	2	5
12		Résultat		57 600			
14							
15		=D8*E8*F8*G8*D10*E10*F10*G10					

Figure 12–30 Mise en uvre de la fonction PRODUIT. La formule donnée dans le cadre rouge explicite l'opération effectuée par cette fonction. Dans cet exemple, elle est calculée à partir de deux plages, mais elle pourrait en utiliser davantage.

RAPPEL Puissance, racine

Si `a` est multiplié `n` fois par lui-même (`a× a× × a`), il est plus synthétique d'écrire cette opération sous la forme a^n (on lit cette expression `a puissance n`).
La racine est l'opération réciproque de la puissance. La racine carrée de a^2 est `a`. La fonction *RACINE* renvoie une racine carrée, mais on peut calculer tous les types de racine (cubiques, etc.). Dans ce cas, il faut utiliser l'opérateur `^` avec une puissance fractionnaire ; par exemple, pour calculer la racine cubique de `8`, il faut utiliser la formule `=8^(1/3)`, dont le résultat est `2`.

Tableau 12–19 Produits

Fonction	Description
PUISSANCE	Cette fonction élève un nombre à une certaine puissance. Elle utilise deux arguments (nombres décimaux). Le premier est le nombre et le deuxième est la puissance. Pour faire ce calcul, Excel fournit également l'opérateur `^`. Ainsi, `=PUISSANCE(2;3)` peut aussi s'écrire `=2^3`, les deux formules renvoyant `8` (`2 × 2 × 2`).
RACINE	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal, dont elle renvoie la racine carrée.

	A	B	C	D	E
2				RACINE	PUISSANCE
4		Syntaxe		=RACINE(D7)	=PUISSANCE(E7;E8)
6		Arguments			
7		Nombre		1 764	42
8		Puissance			2
10		Résultat		42	1 764

Figure 12–31 Mise en uvre des fonctions PUISSANCE et RACINE.

Exponentielles et logarithmes

L'objet d'une fonction logarithme est de transformer un produit en une somme : `Log(a × b) = Log(a) + Log(b)`. C'est la réciproque d'une fonction exponentielle. Les plus connus sont le logarithme naturel ou népérien (de base `e`), le logarithme décimal (de base `10`), très utilisé en physique, et le logarithme binaire (de base `2`), très utilisé en informatique.

> **HISTOIRE D'où viennent les logarithmes ?**
>
> Vers la fin du XVIe siècle, le développement de l'astronomie, de la navigation et des calculs bancaires d'intérêts composés poussent les mathématiciens à mettre au point des méthodes de simplification des calculs et, en particulier, à chercher des relations entre des suites arithmétiques et des suites géométriques.

Dans les calculs numériques, le logarithme le plus pratique est le logarithme décimal. Ainsi :

- `Log(10) = 1`
- `Log(100) = Log(10 × 10) = Log(10) + Log(10) = 1 + 1 = 2`
- `Log(1000)` = `Log(`10^3`)` `= 3 × Log(10) = 3 × 1 = 3`
- `Log(0,01)` = `Log(`10^{-2}`)` `= -2`
- etc.

La valeur du logarithme d'autres nombres que les puissances de `10` demande un calcul approché. `Log(2)`, par exemple, peut s'approcher en remarquant que 2^{10} `= 1024`, soit environ `1000`. Donc, `Log(`2^{10}`)` est à peu près égal à `Log (1000)`. Ainsi, `10 × Log(2)` est à peu près égal à `3`, d'où `Log(2)` vaut environ `3/10`, c'est-à-dire `0,3`.

> **COMPRENDRE La constante e**
>
> Elle est probablement la constante réelle la plus importante des mathématiques après `π`. Elle est égale à environ `2,71828182845904` et est la base du logarithme népérien (ln). La fonction *EXP* est la réciproque de la fonction *LN*.

Tableau 12–20 Exponentielles et logarithmes

Fonction	Description
EXP	Cette fonction n'utilise qu'un argument, un nombre décimal. Elle s'en sert pour élever la constante `e` à la puissance et renvoyer le résultat de ce calcul. Pour élever à la puissance d'autres bases, utilisez l'opérateur `^`.
	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal, dont elle

LN	renvoie le logarithme népérien.
LOG10	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal, dont elle renvoie le logarithme en base `10`.

	A	B	C	D	E	F
2				EXP	LN	LOG10
4		*Syntaxe*		=EXP(D7)	=LN(E7)	=LOG10(F7)
6		*Arguments*				
7		*Nombre*		3,00	20,09	2,00
9		*Résultat*		20,09	3,00	0,30

Figure 12–32 Mise en uvre des fonctions EXP, LN et LOG10. Ayant utilisé les mêmes valeurs pour les fonctions EXP et LN, on constate bien que l'une est la réciproque de l'autre. Le calcul de LOG10(2) renvoie une valeur qui correspond à l'approximation proposée un peu plus haut.

Tableau 12–21 Exponentielles et logarithmes

Fonction	Description
LOG	Cette fonction utilise deux arguments (nombres décimaux). Le second argument lui sert à savoir dans quelle base elle doit calculer le logarithme du nombre indiqué dans le premier argument. Si vous ne précisez pas le deuxième argument, la fonction renvoie le logarithme en base `10`.

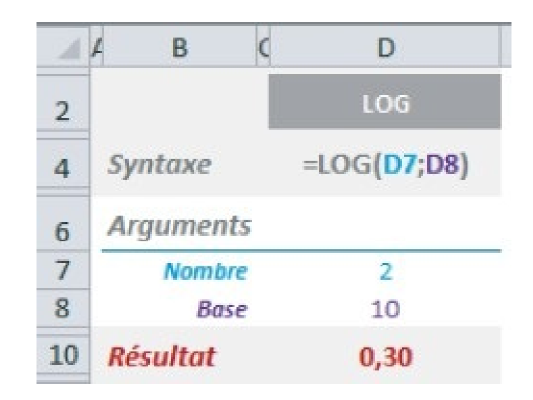


Figure 12–33 Mise en uvre de la fonction LOG. Ayant indiqué 10 en deuxième argument et 2 en premier argument, le calcul effectué ici est équivalent à LOG10(2).

Calculs matriciels

En mathématiques, « linéaire » signifie « du premier degré ». La résolution d'une équation du premier degré à une inconnue ou d'un système de n équations à n inconnues correspond à un calcul d'algèbre linéaire. Dès que ces calculs deviennent trop compliqués pour être effectués séparément, ils peuvent être traités « en bloc » grâce à un outil

mathématique introduit vers 1850 par James Joseph Sylvester : les matrices, dont la théorie a été établie par Hamilton et Cayley.

RAPPEL Bien valider les formules matricielles

N'oubliez pas que vous devez valider ces fonctions en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*. Consultez la fin du chapitre 4 pour consolider vos connaissances en matière de calcul matriciel.

Tableau 12–22 Calculs matriciels

Fonction	Description
PRODUITMAT	Cette fonction utilise deux arguments, deux matrices, dont elle renvoie le produit matriciel. Le résultat est une matrice comportant le même nombre de lignes que le premier argument et le même nombre de colonnes que le second.

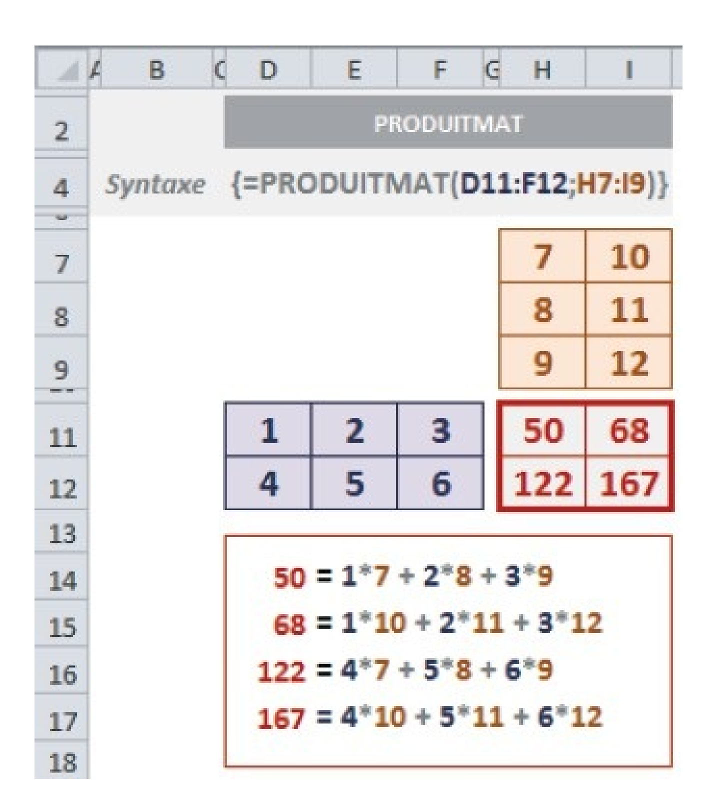


Figure 12–34 Mise en uvre de la fonction PRODUITMAT. Elle a été entrée dans la plage H11:I12 et validée en pressant simultanément les touches Ctrl+Maj+Entrée. Pour information, on a indiqué, tout en bas, les calculs menés par Excel pour renvoyer la matrice résultat.

Tableau 12–23 Calculs matriciels

Fonction	Description
DETERMAT	Cette fonction utilise un argument, une matrice carrée, dont elle renvoie le déterminant. Il n'est pas nécessaire de la valider avec les touches *Ctrl+Maj+Entrée*. Si l'utilisateur distrait spécifie une matrice non carrée, *DETERMAT* renvoie la valeur d'erreur `#VALEUR!`.

Matrice carrée

Une matrice carrée a le même nombre de lignes et de colonnes.

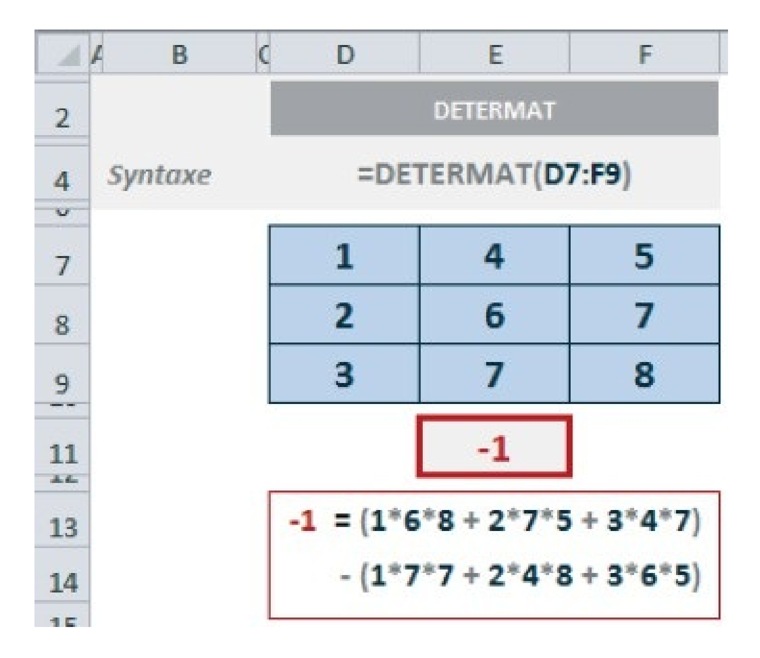


Figure 12–35 Mise en uvre de la fonction DETERMAT. Elle a été entrée dans la cellule E11. Pour information, on a indiqué, tout en bas, les calculs menés par Excel pour renvoyer le déterminant.

Tableau 12–24 Calculs matriciels

Fonction	Description
INVERSEMAT	Cette fonction utilise un seul argument, une matrice carrée, dont elle renvoie la matrice inverse. Pour mener à bien le calcul d'une matrice inverse, il faut diviser chaque élément de calcul par le déterminant de la matrice : les matrices carrées dont le déterminant est égal à `0` ne peuvent donc pas être inversées. Si l'utilisateur distrait spécifie une matrice non carrée, *INVERSEMAT* renvoie une matrice remplie des valeurs d'erreur `#VALEUR!`.

Les fonctions *SOMME.X2MY2*, *SOMME.X2PY2* et *SOMME.XMY2* correspondent à des calculs courants dans le domaine statistique. Par ailleurs, elles renvoient une valeur unique et il n'est pas nécessaire de les valider avec les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

	B	D	E	F	K
2		INVERSEMAT			1 = (6*8 - 7*7) /-1
3	*Syntaxe*	{=INVERSEMAT(D6:F8)}			-5 = - (2*8 - 3*7) /-1
4					4 = (2*7 - 3*6) /-1
6		1	4	5	-3 = - (4*8 - 7*5) /-1
7		2	6	7	7 = (1*8 - 3*5) /-1
8		3	7	8	-5 = - (1*7 - 3*4) /-1
10		1	-3	2	2 = (4*7 - 6*5) /-1
11		-5	7	-3	-3 = - (1*7 - 2*5) /-1
12		4	-5	2	2 = (1*6 - 2*4) /-1

Figure 12–36 Mise en uvre de la fonction INVERSEMAT. Elle a été entrée dans la plage D10:F12 et validée en pressant simultanément les touches Ctrl+Maj+Entrée. Pour information, on a indiqué à droite les calculs menés par Excel pour renvoyer la matrice inverse.

NOUVEAUTÉ EXCEL 2013 Matrice identité

Le produit d'une matrice par son inverse est égal à la matrice identité, c'est-à-dire une matrice carrée qui a des `1` sur sa diagonale et des `0` partout ailleurs. Excel 2013 offre une nouvelle fonction, *MATRICE.UNITAIRE*. Elle utilise un seul argument, la dimension de la matrice, et renvoie la matrice identité correspondante. Pour créer une matrice identité :

1. Sélectionnez une plage de cellules avec le même nombre de lignes que de colonnes (par exemple, trois lignes sur trois colonnes).
2. Saisissez `=MATRICE.UNITAIRE(3)`.
3. Validez la fonction en pressant les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

Vous obtenez une matrice de trois lignes sur trois colonnes, avec des `1` sur sa diagonale et des `0` partout ailleurs.

En fait, cette façon d'utiliser la fonction n'est pas la plus utile. En revanche, imbriquée dans d'autres fonctions, elle prendra tout son intérêt pour mener à bien des calculs matriciels élaborés.

Tableau 12–25 Calculs matriciels

Fonction	Description
SOMME.X2MY2	Cette fonction utilise deux arguments, deux matrices, dont elle renvoie la somme de la différence des carrés. Il faut que les deux matrices aient le même nombre de valeurs.
SOMME.X2PY2	Cette fonction utilise deux arguments, deux matrices, dont elle renvoie la somme de la somme des carrés. Il faut que les deux matrices aient le même nombre de valeurs.
SOMME.XMY2	Cette fonction utilise deux arguments, deux matrices, dont elle renvoie la somme des carrés des différences. Il faut que les deux matrices aient le

	même nombre de valeurs.

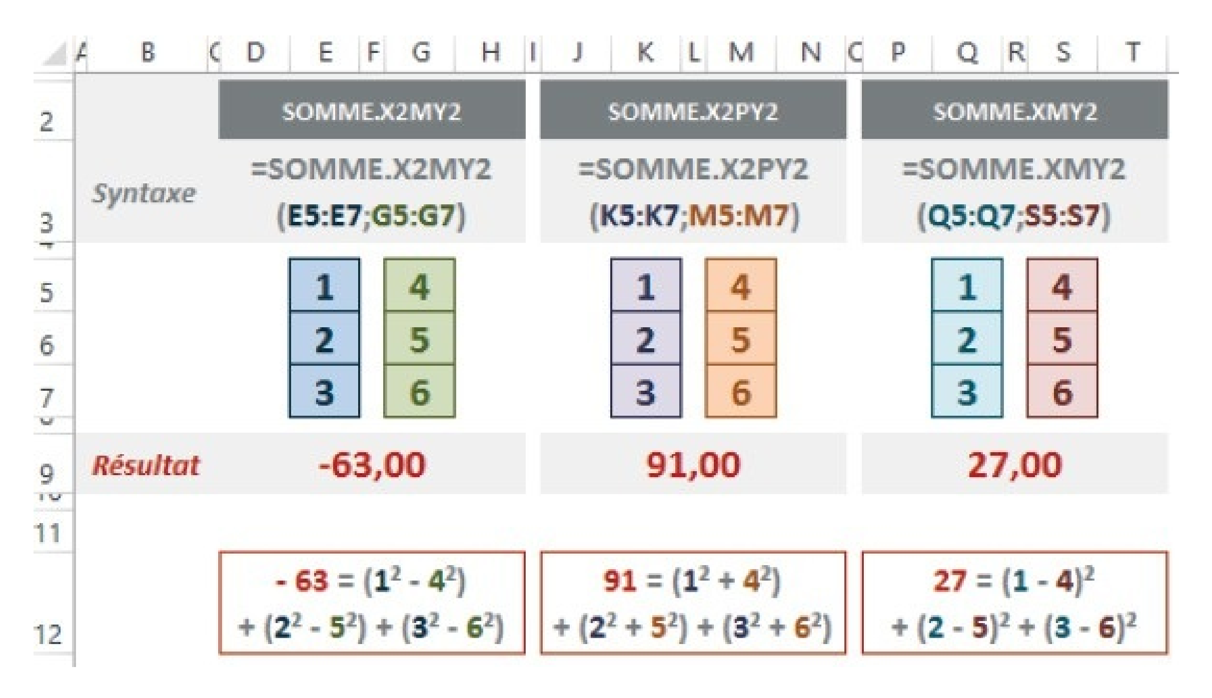


Figure 12–37 Mise en uvre des fonctions SOMME.X2MY2, SOMME.X2PY2 et SOMME.XMY2. Pour information, on a indiqué, tout en bas, les calculs menés par Excel pour renvoyer les résultats.

Tableau 12–26 Calculs matriciels

Fonction	Description
SOMME.CARRES	Cette fonction utilise un nombre variable d'arguments, suivant les données à intégrer au calcul. Elle élève au carré toutes les valeurs rencontrées dans les diverses plages et en renvoie la somme.
SOMMEPROD	Cette fonction utilise un nombre variable d'arguments, selon les vecteurs à intégrer au calcul. En fonction du nombre d'arguments, elle fait les produits deux à deux, trois à trois, quatre à quatre et renvoie la somme de ces produits. Les matrices spécifiées dans les divers arguments doivent donc avoir la même dimension.

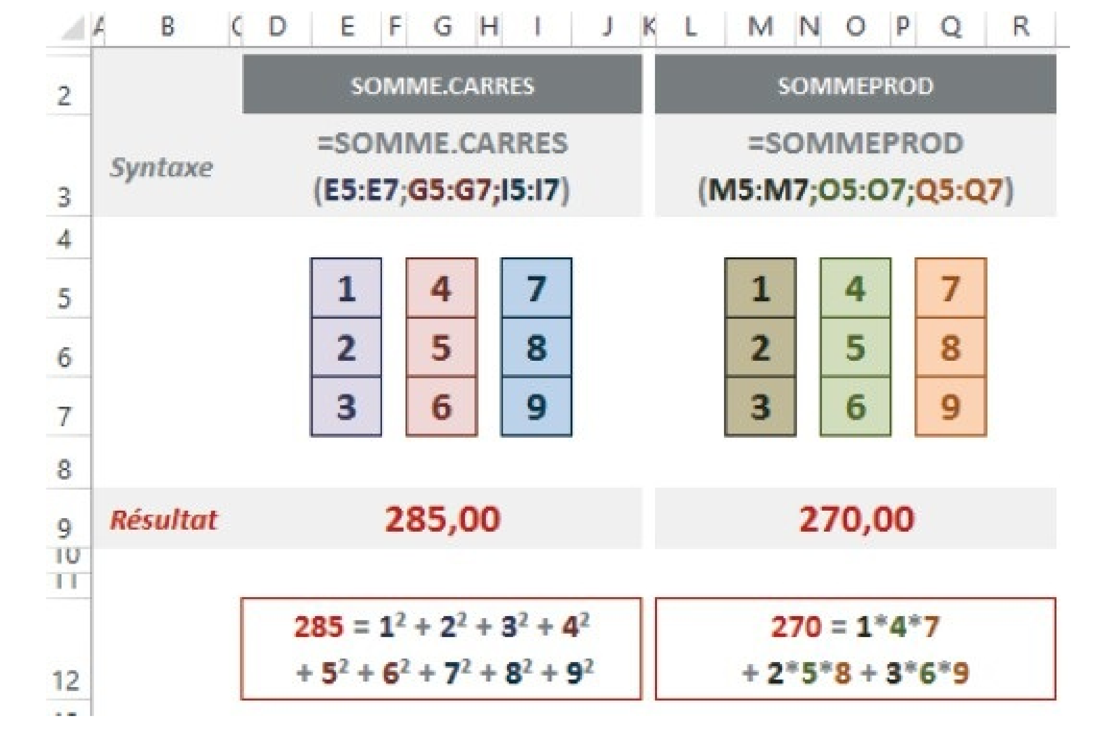


Figure 12–38 Mise en uvre des fonctions SOMME.CARRES et SOMMEPROD. Pour information, on a indiqué, tout en bas, les calculs menés par Excel pour renvoyer les résultats.

Probabilités

L'étude des probabilités a connu de nombreux développements au cours des trois derniers siècles. En travaillant sur le caractère aléatoire et en partie imprévisible de certains phénomènes, les mathématiciens ont développé une théorie qui a eu des implications dans des domaines aussi variés que la météorologie, la finance ou la chimie.

La probabilité (du latin *probabilitas*) est une évaluation du caractère probable d'un événement. La probabilité d'un événement est un nombre réel compris entre `0` et `1` ; plus ce nombre est grand, plus l'événement a de chance de se produire. On dit que deux événements sont indépendants lorsque le fait de connaître le résultat du premier événement ne nous aide pas pour prévoir le second et inversement.

Factorielles

> **COMPRENDRE Factorielle et factorielle double d'un nombre n**
>
> La factorielle d'un entier positif `n`, notée `n!`, est le produit `n × (n-1) × (n-2) ×   × 3 × 2 × 1`. Les factorielles sont fréquemment utilisées dans les calculs de probabilités (voir un peu plus loin, les formules de calcul des combinaisons et des arrangements).
> La factorielle double d'un nombre `n` (notée `n!!`) égale `n × (n-2) ×   × 4 × 2` si le nombre est pair et `n × (n-2) ×   × 3 × 1` si le nombre est impair.

Tableau 12–27 Probabilités

Fonction	Description
FACT	Cette fonction utilise un seul argument, un entier, dont elle renvoie la factorielle. Si un utilisateur distrait indique un nombre décimal, Excel le tronque à sa valeur entière.
FACTDOUBLE	Cette fonction utilise un seul argument, un entier, dont elle renvoie la factorielle double. Si un utilisateur distrait indique un nombre décimal, Excel le tronque à sa valeur entière.

	A	B	C	D	E	F
2				FACT		FACTDOUBLE
3		*Syntaxe*		=FACT(D6)		=FACTDOUBLE(F6)
5		*Arguments*				
6		*Entier*		7		7
7		***Résultat***		5 040		105
8						
9				7! = 7*6*5*4*3*2*1		7!! = 7*5*3*1

Figure 12–39 Mise en uvre des fonctions FACT et FACTDOUBLE.

Pour information, on a indiqué, tout en bas, les calculs menés par Excel pour renvoyer les résultats.

ANECDOTE Retrouver la constante e

La somme de `0` à l'infini des inverses des factorielles donne la constante `e` :
`1/0! + 1/1! + 1/2! + 1/3! +   + 1/n! = 2,7182818`

Valeurs aléatoires

Tableau 12–28 Probabilités

Fonction	Description
ALEA.ENTRE.BORNES	Cette fonction renvoie une valeur entière aléatoire comprise entre les deux nombres entiers (*plancher* et *plafond*), précisés en arguments.
ALEA	Cette fonction renvoie un nombre réel aléatoire compris entre `0` et `1`. Elle n'utilise pas d'argument.

	B	D	E
2		ALEA.ENTRE.BORNES	ALEA
3	*Syntaxe*	ALEA.ENTRE.BORNES(D5;D6)	=ALEA()
4	*Arguments*		
5	*Plancher*	0	
6	*Plafond*	20	
7	***Résultat***	**4**	**0,939428069**

Figure 12–40 Mise en uvre des fonctions ALEA.ENTRE.BORNES et ALEA.

Combinaisons et arrangements

Au même titre que les factorielles, les combinaisons et les arrangements sont des notions de base en probabilités. Supposons que nous choisissions `k` éléments parmi `n`, et que nous souhaitions connaître le nombre de possibilités dont nous disposons pour faire ce choix. On démontre aisément que si l’on tient compte de l’ordre dans lequel on a choisi les `k` éléments, le résultat correspond au nombre d’arrangements (avec ou sans répétitions) de `k` dans `n`, dont les deux formules sont données figure 12-41, Si l’on ne tient pas compte de cet ordre, le résultat correspond au nombre de combinaisons (avec ou sans répétitions) dont les deux formules sont également données figure 12-41.

En appliquant les formules de calcul données figure 12-41, on a bien :

- `5! / (2! × (5 - 2) !) = 120 / (2 × 6) = 120 / 12 = 10` combinaisons.
- `(5 + 2 - 1)! / (2! × (5 - 1)!) = 720 / 48 = 15` combinaisons avec répétition.
- `5! / (5 - 2)! = 120 / 6 = 20` arrangements.
- 5^2 `= 25` arrangements avec répétition.

Combinaisons et arrangements de k = 2 dans n = 5

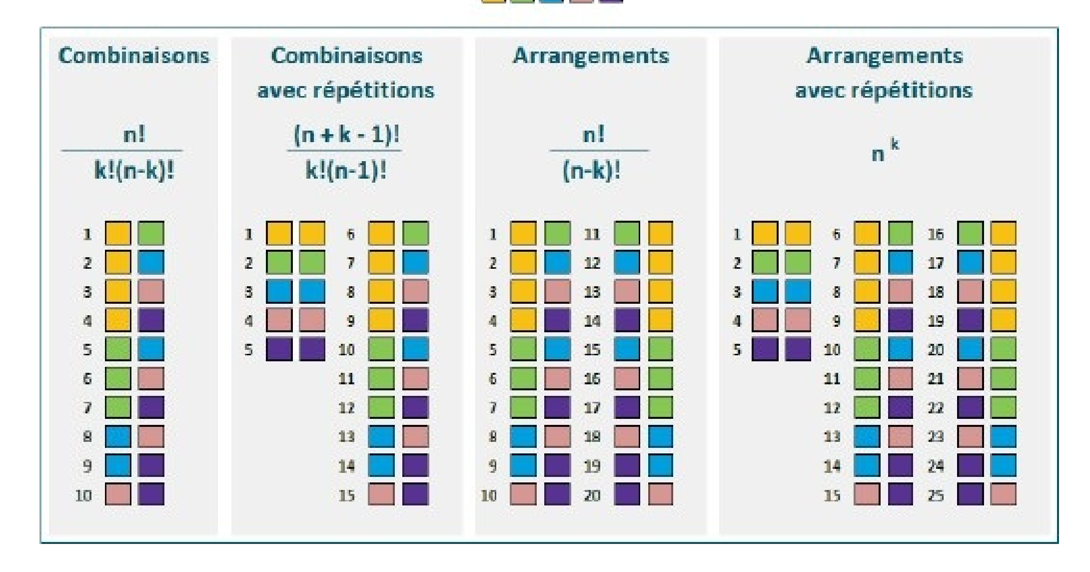


Figure 12–41 Choix de deux éléments parmi cinq (symbolisés par les carrés de couleur). Si l’on tient compte de l’ordre dans lequel on a choisi les deux éléments, on a 20 choix possibles, et même 25 si l'on accepte les répétitions. Si l’on ne tient pas compte de l’ordre, le nombre de possibilités est réduit à 10, ou 15 si l’on accepte les répétitions.

Tableau 12–29 Probabilités

Fonction	Description
COMBIN	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres entiers. Le premier argument représente le nombre total d’éléments et le second est le nombre d’éléments choisis. À partir de ces deux valeurs, la fonction renvoie le nombre de combinaisons.
COMBINA	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres entiers. Le premier argument représente le nombre total d’éléments et le second est le nombre d’éléments choisis. À partir de ces deux valeurs, la fonction renvoie le nombre de combinaisons avec répétition. **Nouveauté Excel 2013**.

	COMBIN	COMBINA	*Arrangements*	*Arrangements avec répétitions*
Syntaxe	=COMBIN (D5;D6)	=COMBINA (E5;E6)	=COMBIN (F5;F6)*FACT(F6)	=G5^G6
Arguments				
Nb éléments	5	5	5	5
Eléments choisis	2	2	2	2
Résultat	10	15	20	25

Figure 12–42 Calcul du nombre de combinaisons avec les fonctions COMBIN et COMBINA. Les formules entrées dans les deux dernières colonnes permettent de déduire le nombre d'arrangements et le nombre d'arrangements avec répétition.

OUPS Des fonctions dispersées dans plusieurs catégories

Excel 2010 et 2013 proposent la fonction *PERMUTATION* pour calculer automatiquement le nombre d'arrangements, mais cette dernière étant stockée dans la catégorie *Statistiques*, elle est traitée dans le chapitre 13. Excel 2013 propose la fonction *PERMUTATIONA* (également stockée dans la catégorie *Statistiques*) qui renvoie le nombre d'arrangements avec répétition (**nouveauté Excel 2013**).

Fonction multinomiale

Une distribution multinomiale est une généralisation de la distribution binomiale à plus de deux catégories (voir le chapitre 13). Elle modélise l'expérience consistant à répéter n fois, indépendamment, une épreuve admettant r issues différentes, de probabilités respectives p_1, p_2 … p_r, telles que :

$P(X_1=n_1, X_2 = n_2 … X_r = n_r) = [n!/(n_1! \times n_2! \times … \times n_r!)] \times (p_1^{n_1} \times p_2^{n_2} \times … \times p_r^{n_r})$.

Tableau 12–30 Probabilités

Fonction	Description
MULTINOMIALE	Cette fonction renvoie le rapport de la factorielle de la somme sur le produit des factorielles. Le nombre de valeurs sur lesquelles le calcul est fait n'est pas fixe. Les arguments peuvent désigner des valeurs isolées comme des plages de cellules.

$$\frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i)!}{\prod_{i=1}^{n} a_i!}$$

Figure 12–43 Formule de la fonction MULTINOMIALE.

Sur la figure 12-44, nous avons pris l'exemple de dix jets de dés successifs. Nous cherchons la probabilité pour que le 1 apparaisse trois fois, le 2 et le 3, deux fois, le 4, le 5 et le 6, une fois, sachant que le dé est parfaitement équilibré et, donc, que la probabilité d'obtenir une face donnée lors d'un jet est égale à `1/6`. Si l'on applique la formule donnée au début de cette section, la probabilité cherchée doit être égale à : $[10! / (3!\times 2!\times 2!\times 1!\times 1!\times 1!)] \times ((1/6)^3\times(1/6)^2\times(1/6)^2\times(1/6)^1\times(1/6)^1\times(1/6)^1)$

La formule de la fonction *MULTINOMIALE* d'Excel, donnée figure 12-43, donne directement la première partie de notre calcul, c'est-à-dire le résultat du quotient :

`(3+2+2+1+1+1)! / (3!x2!x2!x1!x1!x1!) = 3 628 800 / 24 = 151 200`.

Pour obtenir notre probabilité, il ne reste plus qu'à multiplier cette valeur par $(1/6)^{(3+2+2+1+1+1)}$, c'est-à-dire $(1/6)^{10}$. Cela donne une probabilité de `0,0025`.

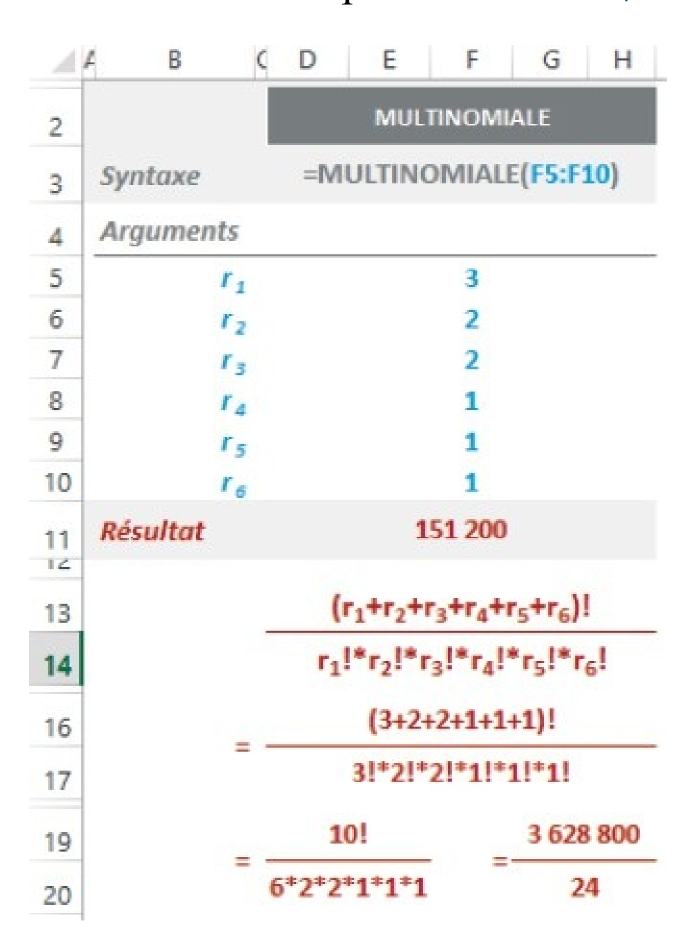


Figure 12–44 Mise en uvre de la fonction MULTINOMIALE.

Fonctions circulaires

Les fonctions circulaires sont massivement utilisées en mathématiques (trigonométrie, étude des triangles, des cercles, etc.) et en physique pour modéliser des phénomènes périodiques (ondes électromagnétiques, lumière, traitement du signal, etc.).

HISTOIRE Origines de la trigonométrie

La trigonométrie (étymologiquement « mesure des triangles ») a été inventée par les astronomes

grecs pour calculer les éléments d'un triangle (ses angles et ses côtés). Elle a conduit à associer à chaque angle des grandeurs appelées rapports trigonométriques, ou fonctions circulaires.

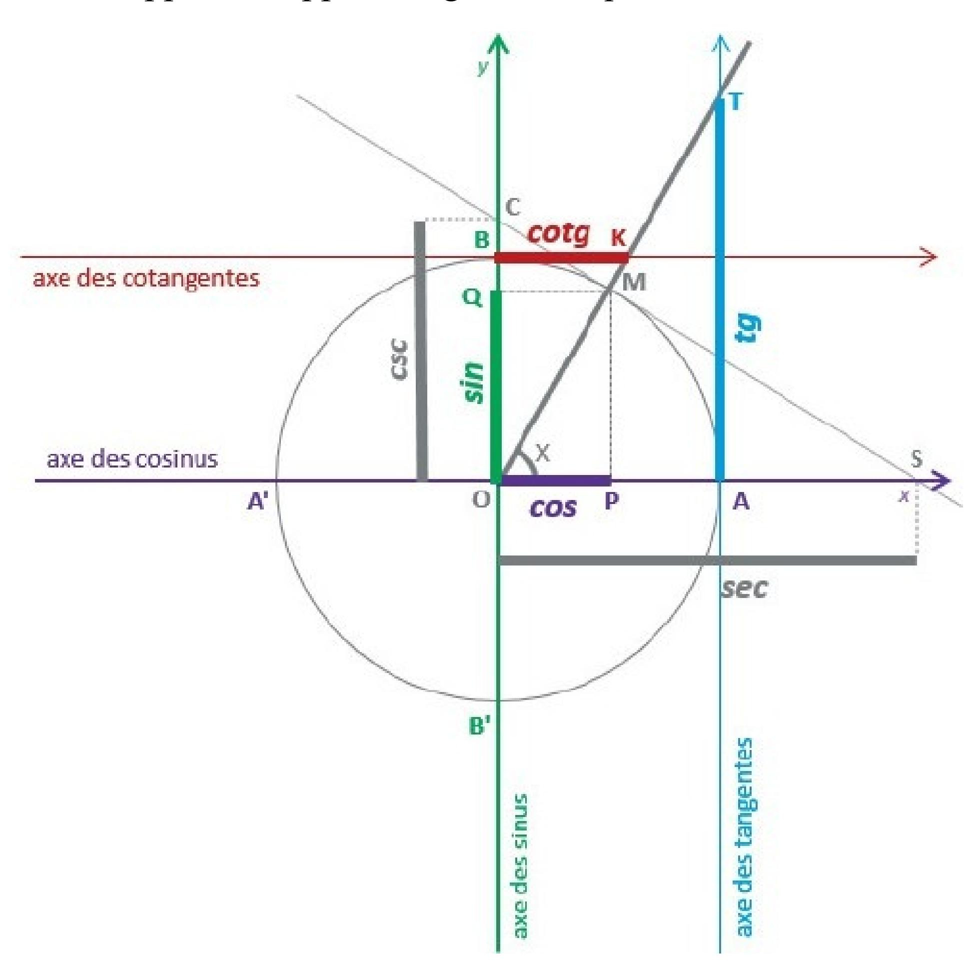


Figure 12–45 On appelle fonctions circulaires de l'arc X les nombres réels qui constituent les mesures algébriques des segments OP, OQ, AT, BK, OS et OC. Ces nombres sont appelés respectivement le cosinus, le sinus, la tangente, la cotangente, la sécante et la cosécante de l'arc X.

Tableau 12–31 Fonctions circulaires

Fonction	Description
PI	Cette fonction ne prend aucun argument. Elle renvoie la valeur `3,14159265358979`, approximation de la constante mathématique π, avec une précision de 15 décimales.
DEGRES	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en radians. Elle renvoie une valeur correspondant à sa conversion en degrés.
RADIANS	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en degrés. Elle renvoie une valeur correspondant à sa conversion en radians.

	B	D	F	H
2		PI	DEGRES	RADIANS
3	*Syntaxe*	=PI()	=DEGRES(F5)	=RADIANS(H5)
4	*Arguments*			
5	*Angle*		1,047197551	60
6	*Résultat*	3,1416	60	1,0472
7				
8			60 = F5 * 180 / PI()	1,0472 = H5 * PI() / 180

Figure 12–46 Mise en uvre des fonctions PI, DEGRES et RADIANS. Pour information, on a donné en clair, en bas du tableau, les formules qui permettent de passer des radians aux degrés et inversement.

COMPRENDRE Mesure des angles

Un angle, dans le plan, est une partie du plan limitée par deux demi-droites qui ont une origine commune, appelée sommet de l'angle. Les demi-droites constituent les côtés de l'angle.
Il est commode d'associer la mesure d'un angle dont le sommet coïncide avec le centre d'un cercle à celle d'un arc de cercle intercepté par les côtés de cet angle.
L'angle au centre interceptant un arc égal au quart de la circonférence est un angle droit. Celui qui intercepte la moitié de la circonférence est un angle plat.
Le degré est la 90e partie d'un angle droit. Donc, un angle droit égale 90° et un angle plat égale 180°. La division en degrés est commode car le cercle se prête facilement à une division sexagésimale. En construisant six arcs consécutifs dont la corde (en bleu sur la figure 12-47) est égale au rayon, on partage le cercle en six parties égales qui sont six arcs de 60° chacun.

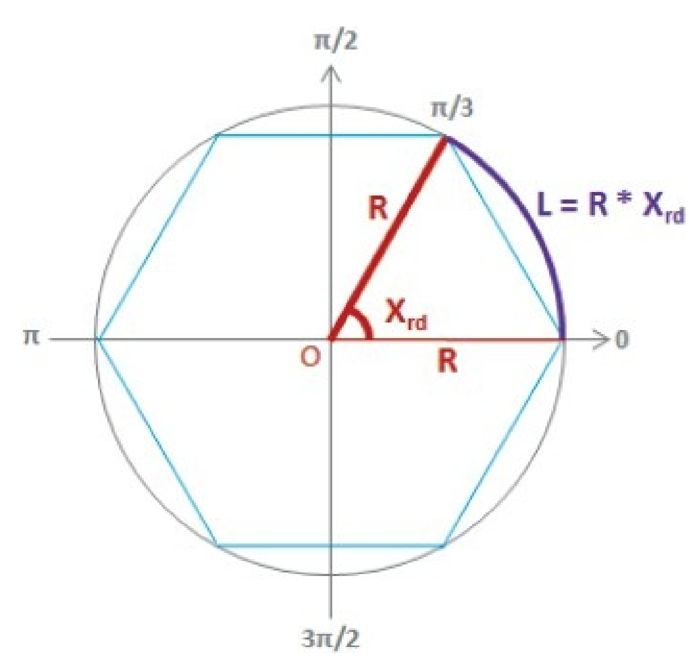


Figure 12–47 Angles remarquables et mesure de la longueur d'un arc à partir d'un angle exprimé en radians.

Dans les problèmes théoriques, on mesure les angles en radians. Étant donné un cercle de rayon R, un arc de longueur L a pour mesure $L = R \times X_{rd}$ (le rayon que multiplie l'angle exprimé en radians). Si

l'on choisit de rapporter les angles à un cercle de rayon `R = 1 mètre`, un arc de cercle de longueur `1 mètre` sur ce cercle aura donc pour mesure `1 radian`. Ainsi, la circonférence (360°) dont la longueur est `2π × 1 = 2π mètres`, mesure `2π radians`. On a donc `180° = π radians`, `90° = π/2 radians`, `60° = π/3 radians` et `30° = π/6 radians`.

Toutes les fonctions présentées ici nécessitent un angle exprimé en radians. Si vous partez d'un angle mesuré en degrés, multipliez-le par `PI()/180` ou utilisez la fonction *RADIANS* pour le convertir.

Tableau 12–32 Fonctions circulaires

Fonction	Description
COS	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en radians. Elle renvoie son cosinus.
SIN	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en radians. Elle renvoie son sinus.
TAN	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en radians. Elle renvoie sa tangente.
COT	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en radians. Elle renvoie sa cotangente. **Nouveauté Excel 2013**.
SEC	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en radians. Elle renvoie sa sécante. **Nouveauté Excel 2013**.
CSC	Cette fonction utilise un seul argument : un angle exprimé en radians. Elle renvoie sa cosécante. **Nouveauté Excel 2013**.

RAPPEL Relations entre les fonctions

- `tg x = sin x / cos x`.
- `cotg x = cos x / sin x = 1 / tg x`.
- `sec x = 1 / cos x`.
- `csc x = 1 / sin x`.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2				COS	SIN	TAN	COT	SEC	CSC
3		*Syntaxe*		=COS (D6)	=SIN (E6)	=TAN (F6)	=COT (G6)	=SEC (H6)	=CSC (I6)
4		*Arguments*							
5		*Angle en degrés*		60	60	60	60	60	60
6		*Angle en radians*		1,0472	1,0472	1,0472	1,0472	1,0472	1,0472
7		*Résultat*		0,5000	0,8660	1,7321	0,5774	2,0000	1,1547

Figure 12–48 Mise en uvre des fonctions COS, SIN, TAN, COT, SEC et CSC.

Tableau 12–33 Fonctions circulaires

Fonction	**Description**
RACINE.PI	Cette fonction renvoie la racine carrée du produit de π par le nombre décimal précisé dans l'argument.

	D	F	H
	RACINE.PI	RACINE.PI	RACINE.PI
Syntaxe	=RACINE.PI(D5)	=RACINE.PI(F5)	=RACINE.PI(H5)
Arguments			
Nombre	1,50	2,00	3,00
Résultat	2,17	2,51	3,07
	2,17 = RACINE(PI()*D5)	2,51 = RACINE(PI()*F5)	3,07 = RACINE(PI()*H5)

Figure 12–49 Mise en uvre de la fonction RACINE.PI. Pour information, on a indiqué sous le tableau le calcul effectué par la fonction pour chaque valeur.

Les fonctions trigonométriques ne sont pas bijectives. Par exemple, `0,5` est le cosinus d'un angle de `60°` (`π/3`), mais aussi celui d'un angle de `-60°` (`2π/3`), ou encore d'un angle de `420°` (`7π/3`), et ainsi de suite. De même, les angles `π/3` et `2π/3` ont un sinus identique. En restreignant la fonction `cos` à l'intervalle `[0, π]`, la fonction `sin` à l'intervalle `[-π/2, π/2]`, la fonction `tg` à l'intervalle `]-π/2, π/2[` et la fonction `cotg` à l'intervalle `]0, π[`, elles réalisent des bijections. Les fonctions trigonométriques réciproques partent donc d'un nombre décimal et renvoient l'angle en radians correspondant, à l'intérieur des intervalles précisés ci-dessus.

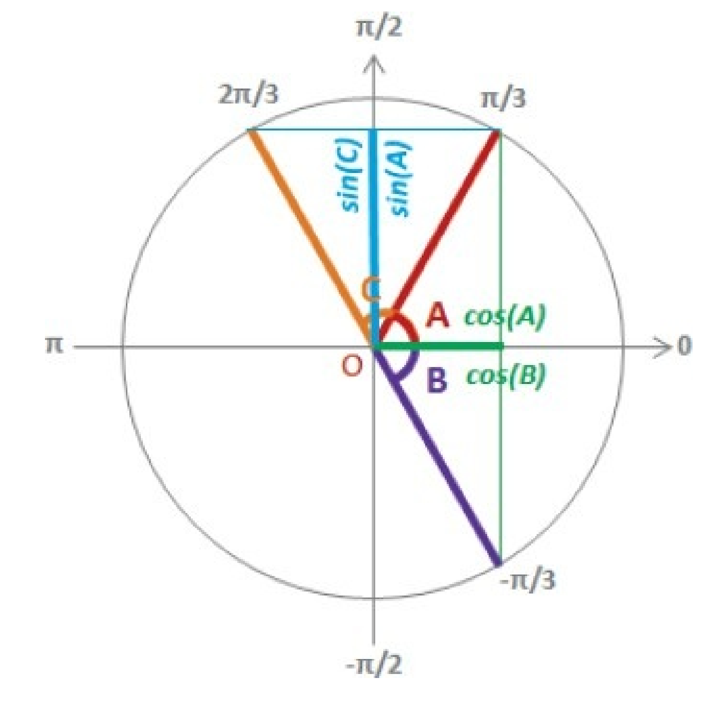


Figure 12–50 Pour que les fonctions trigonométriques soient bijectives et que l'on puisse considérer leurs réciproques sans ambiguïté, on les définit sur des intervalles restreints ([0, π] pour la fonction cos et [-π/2, π/2] pour la fonction sin).

Tableau 12–34 Fonctions circulaires

Fonction	Description
ACOS	Cette fonction renvoie l'arc cosinus du nombre décimal précisé en argument. Le résultat est un angle exprimé en radians, compris entre `0` et `π`. Le cosinus de cet angle correspond à la valeur indiquée dans l'argument.
ASIN	Cette fonction renvoie l'arc sinus du nombre décimal précisé en argument. Le résultat est un angle exprimé en radians, compris entre -`π/2` et `π/2`. Le sinus de cet angle correspond à la valeur indiquée dans l'argument.

	A	B	C	D	E
2				ACOS	ASIN
3		Syntaxe		=ACOS(D5)	=ASIN(E5)
4		Arguments			
5		Nombre		0,5000	0,8660
6		Résultat		1,0472 rd	1,0472 rd
7		en °		60 °	60 °

Figure 12–51 Mise en uvre des fonctions ACOS et ASIN. Le résultat est un angle en radians. Dans les cellules D7 et E7, on a entré les formules =DEGRES(D6) et =DEGRES(E6) pour obtenir leur équivalent en degrés.

Tableau 12–35 Fonctions circulaires

Fonction	Description
ATAN	Cette fonction renvoie l'arc tangente du nombre décimal précisé en argument. Le résultat est un angle exprimé en radians, compris entre -`π/2` et `π/2`. La tangente de cet angle correspond à la valeur indiquée dans l'argument.
ATAN2	Cette fonction utilise deux arguments : un couple de coordonnées `x` et `y`, `x` représentant le cosinus d'un angle et `y` son sinus. Cette fonction renvoie l'angle en radians (compris entre -`π` et `π`) passant par ce couple de coordonnées. Dans l'exemple proposé, on a bien `0,5` qui est le cosinus de l'angle `60°` et `0,866` qui est son sinus. La fonction `ATAN2(0,5;0,866)` donne bien comme résultat `1,0472`, qui, converti en degrés, donne `60`.
ACOT	Cette fonction renvoie l'arc cotangente du nombre décimal précisé en argument. Le résultat est un angle exprimé en radians, compris entre `0` et `π`. La cotangente de cet angle correspond à la valeur indiquée dans l'argument. **Nouveauté Excel 2013**.

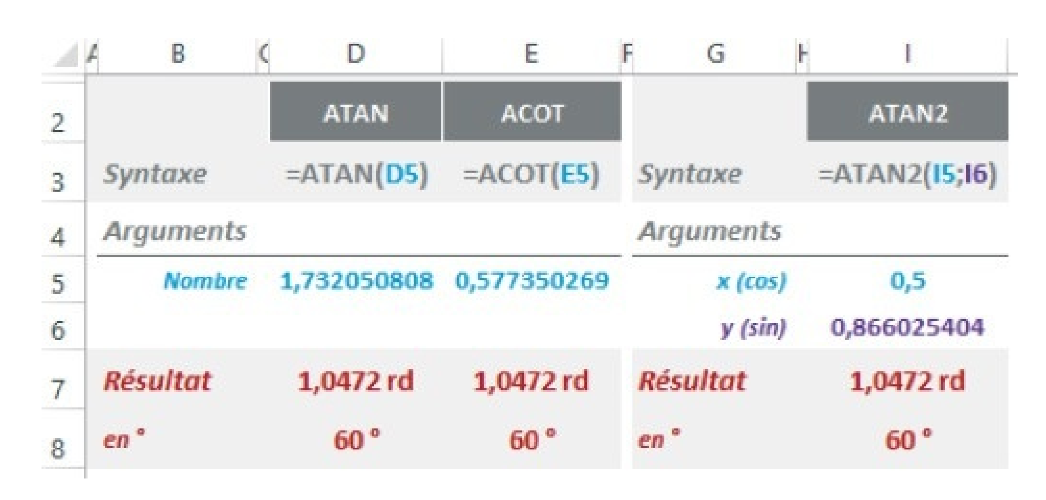


Figure 12–52 Mise en uvre des fonctions ATAN, ACOT et ATAN2. Le résultat est un angle en radians. Dans les cellules D8, E8 et I8, on a entré les formules =DEGRES(D7), =DEGRES(E7) et =DEGRES(I7) pour obtenir leur équivalent en degrés.

Fonctions hyperboliques

Ces fonctions sont fréquemment utilisées en mathématiques et en physique. La fonction cosinus hyperbolique, par exemple, intervient dans la définition de la chaînette (forme que prend un câble suspendu à ses extrémités et soumis à son propre poids).

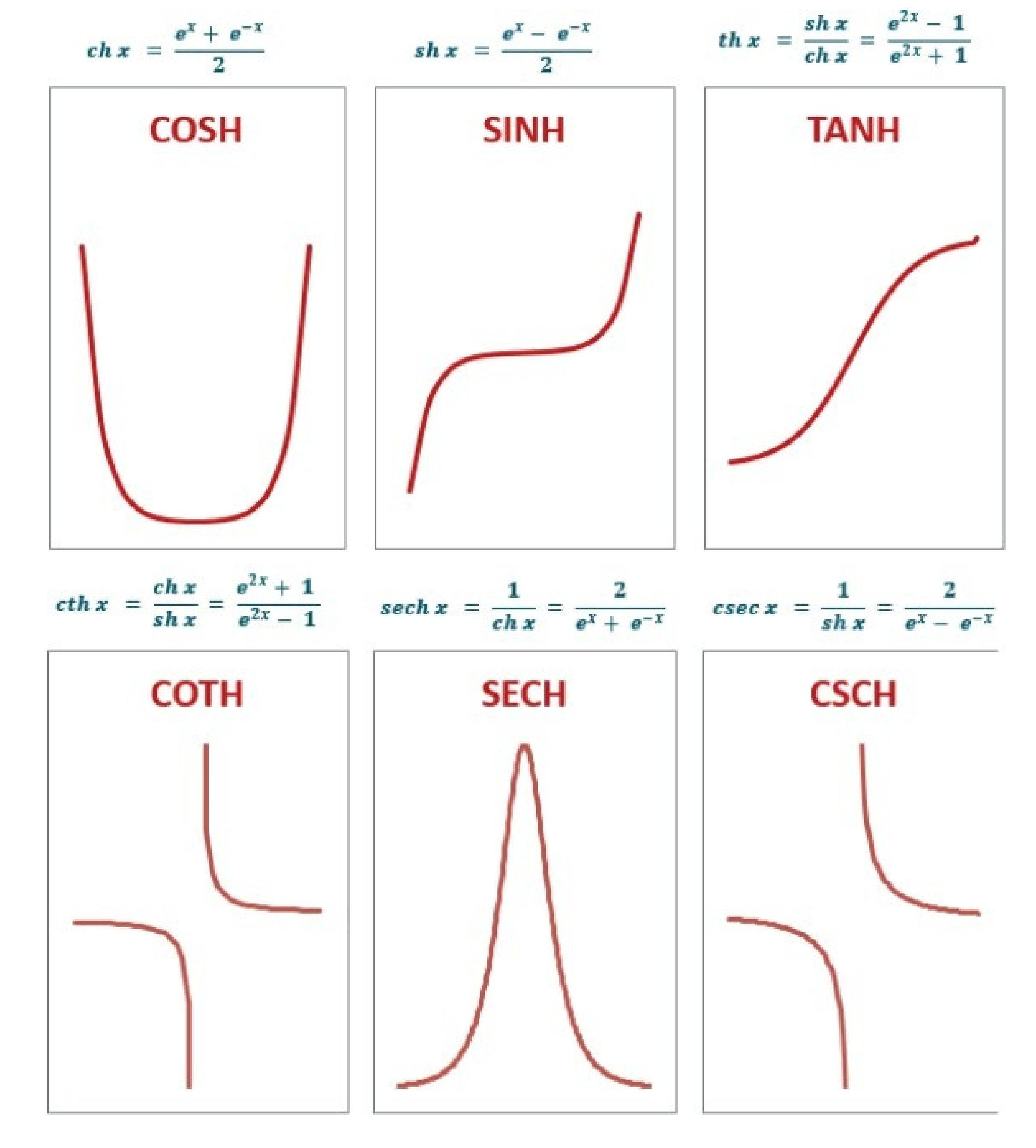


Figure 12–53 Définition et représentation graphique des six fonctions hyperboliques proposées par Excel.

> ### HISTOIRE Les fonctions hyperboliques
>
> Les fonctions hyperboliques ont été inventées par le jésuite Vincenzo Riccati dans les années 1760 alors qu'il cherchait à calculer l'aire sous l'hyperbole d'équation $x^2 - y^2 = 1$. La méthode géométrique qu'il employa alors était très similaire à celle que l'on peut utiliser pour calculer l'aire d'un cercle d'équation $x^2 + y^2 = 1$. Le calcul de l'aire du cercle fait intervenir les fonctions trigonométriques classiques que Riccati nommait cosinus et sinus circulaires. Par analogie, il appela alors les fonctions qu'il venait de créer cosinus et sinus hyperboliques.

Tableau 12–36 Fonctions hyperboliques

Fonction	Description
COSH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal compris entre

	-709 et 709 (limite d'Excel) ; elle renvoie son cosinus hyperbolique.
SINH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal compris entre -709 et 709 (limite d'Excel) ; elle renvoie son sinus hyperbolique.
TANH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal quelconque ; elle renvoie sa tangente hyperbolique.
COTH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal quelconque différent de 0 ; elle renvoie sa cotangente hyperbolique. **Nouveauté Excel 2013**.
SECH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal quelconque ; elle renvoie sa sécante hyperbolique. **Nouveauté Excel 2013**.
CSCH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal quelconque différent de 0 ; elle renvoie sa cosécante hyperbolique. **Nouveauté Excel 2013**.

	B	D	E	F	G	H	I
2		COSH	SINH	TANH	COTH	SECH	CSCH
3	Syntaxe	=COSH (D5)	=SINH (E5)	=TANH (F5)	=COTH (G5)	=SECH (H5)	=CSCH (I5)
4	Arguments						
5	Nombre	2,00	2,00	3,00	1,86	3,63	3,76
6	Résultat	3,76	3,63	1,00	1,05	0,05	0,05

Figure 12–54 Mise en uvre des fonctions COSH, SINH, TANH, COTH, SECH et CSCH.

Excel offre les quatre fonctions hyperboliques inverses *ACOSH*, *ASINH, ATANH* et *ACOTH*.

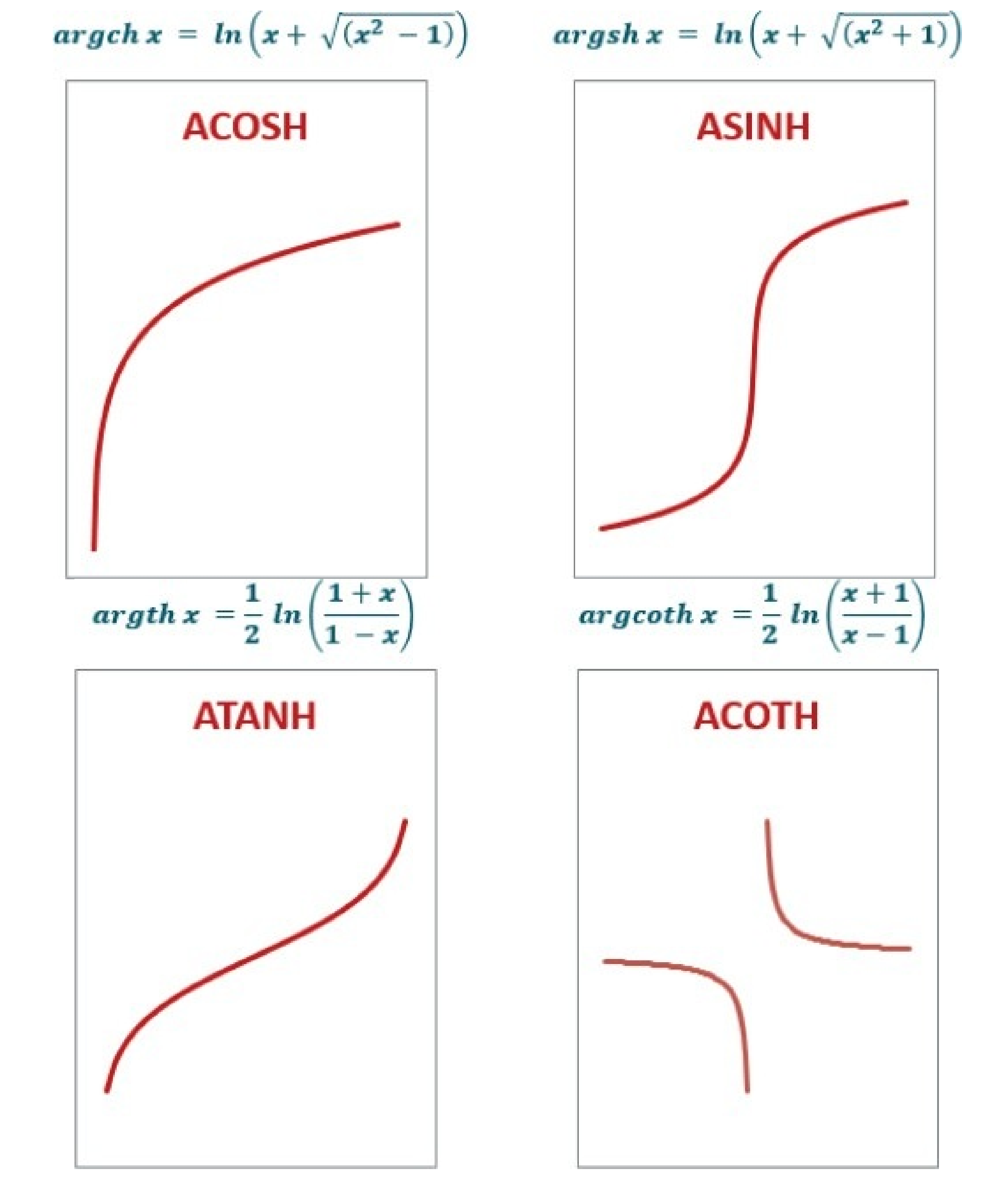


Figure 12–55 Définition et représentation graphique des quatre fonctions hyperboliques inverses proposées par Excel.

Tableau 12–37 Fonctions hyperboliques inverses

Fonction	Description
ACOSH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal supérieur ou égal à `1` ; elle renvoie son cosinus hyperbolique inverse.
ASINH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal quelconque ; elle renvoie son sinus hyperbolique inverse.
ATANH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal compris strictement entre `-1` et `1` ; elle renvoie sa tangente hyperbolique inverse.
ACOTH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre décimal strictement inférieur à `-1` ou strictement supérieur à 1 ; elle renvoie sa cotangente hyperbolique inverse. **Nouveauté Excel 2013**.

	B	D	E	F	G
2		ACOSH	ASINH	ATANH	ACOTH
3	*Syntaxe*	=ACOSH (D5)	=ASINH (E5)	=ATANH (F5)	=ACOTH (G5)
4	*Arguments*				
5	*Nombre*	3,76	3,63	1,00	1,05
6	***Résultat***	**2,00**	**2,00**	**3,00**	**1,86**

Figure 12–56 Mise en uvre des fonctions ACOSH, ASINH, ATANH et ACOTH.

Deux exemples d'utilisation des fonctions mathématiques

Pour mieux comprendre comment mettre en uvre les fonctions mathématiques, voici deux exemples d'application. Le premier met à contribution le calcul matriciel pour résoudre facilement un système de quatre équations à quatre inconnues et le second crée un développement limité de la fonction e^x au voisinage de zéro.

Résolution d'un système de 4 équations à 4 inconnues

À l'aide des matrices, on peut résoudre facilement les systèmes de n équations à n inconnues. Par exemple, le système de quatre équations à quatre inconnues présenté dans le coin supérieur gauche de la figure 12-57 peut être considéré comme le produit des deux matrices A et X dont le résultat donne la matrice B (les parties droites des équations). On a donc l'égalité $A \times X = B$.

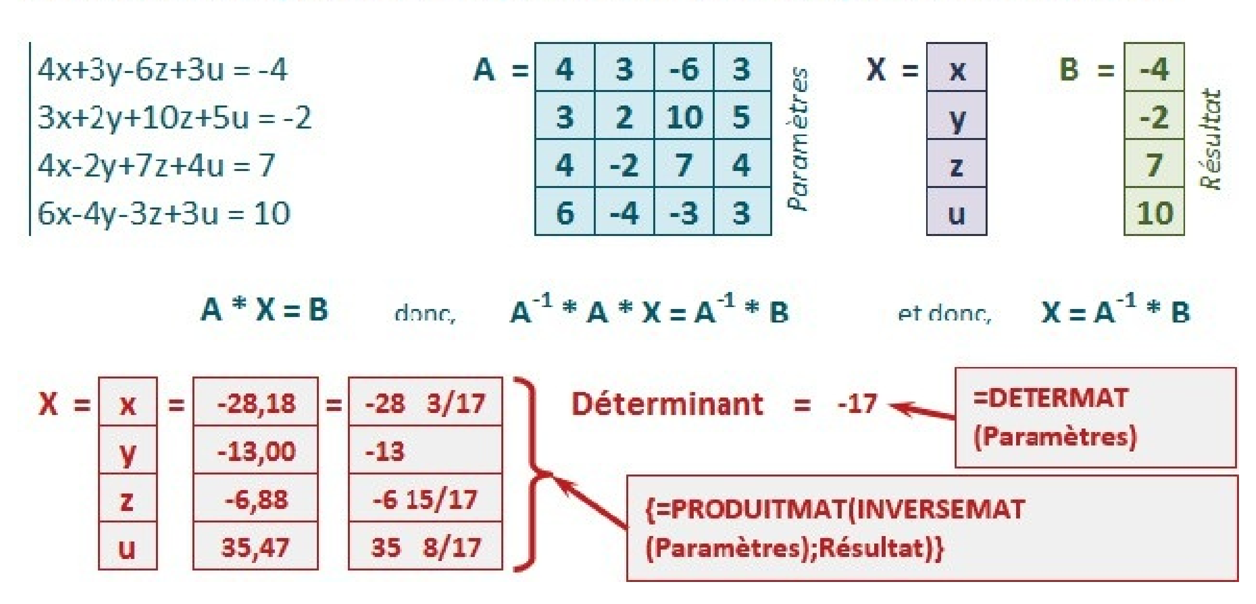


Figure 12–57 Le résultat de ce système de quatre équations à quatre inconnues est présenté sous sa forme décimale et sous sa forme fractionnaire.

Si l'on note A^{-1} la matrice inverse de A, on peut déduire que $A^{-1} \times A \times X = A^{-1} \times B$ et, A^{-1}

`× A` étant égal à la matrice identité, on a finalement `X = A-1 × B`.

Le calcul de l'inverse d'une matrice n'étant possible que lorsque son déterminant est non nul, on a utilisé *DETERMAT* pour trouver sa valeur, `17`. Le calcul est donc possible… et immédiat, puisqu'Excel fournit tout ce dont on a besoin. La formule utilisée pour résoudre ce problème est présentée dans un cartouche rouge sur fond gris, en bas de la figure. Pour entrer cette formule, il faut sélectionner quatre cellules contiguës dans une même colonne, entrer la formule et, surtout, ne pas oublier de la valider en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée.*

Développement limité

La syntaxe du développement limité de la fonction `e`^{x} au voisinage de zéro est donnée dans le coin supérieur gauche de la figure 12-58.

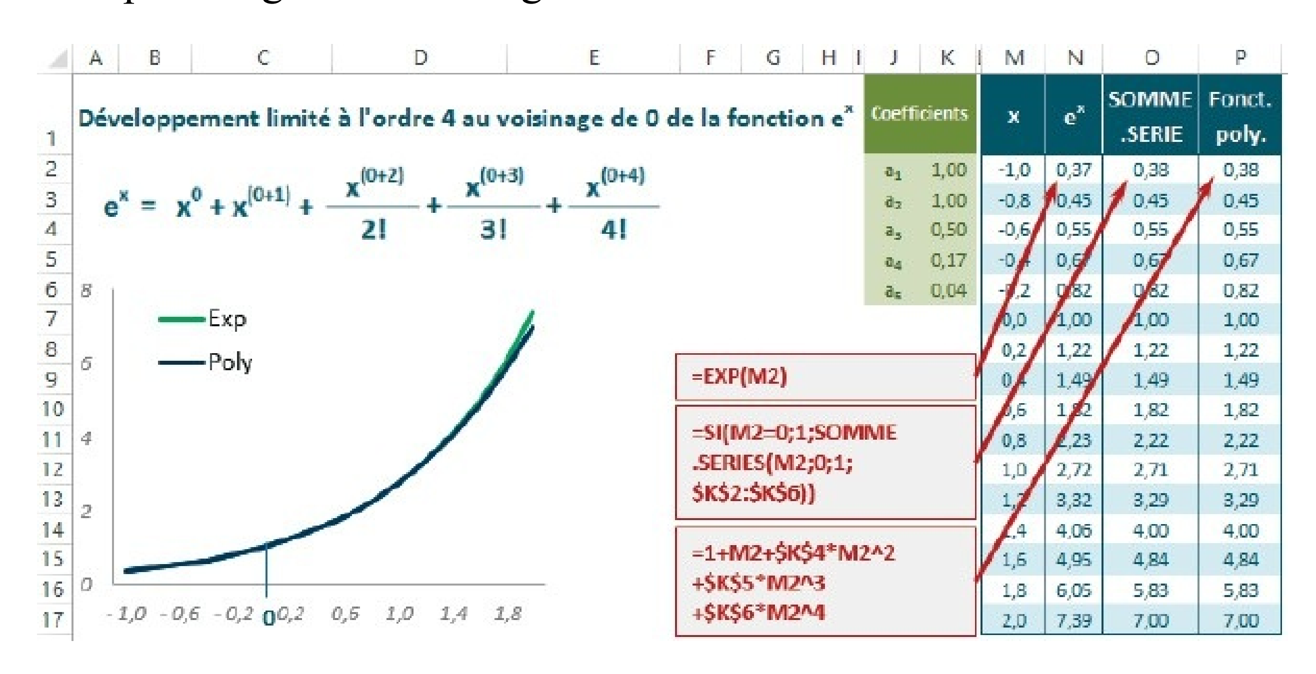


Figure 12–58 La représentation graphique de la fonction e^x et de son approximation polynomiale au voisinage de zéro montre une très grande similarité entre les deux courbes.

Dans le tableau bleu situé à droite de la figure, on trouve tout d'abord la colonne `x` contenant les valeurs pour lesquelles le calcul doit être fait. La colonne suivante utilise *EXP* pour calculer les valeurs de la fonction `e`^{x}. Dans celle d'après, on trouve la fonction *SOMME.SERIE* avec les paramètres `0` et `1`, ainsi que les coefficients de la plage *K2:K6* pour calculer l'approximation polynomiale. Enfin, la dernière colonne sert simplement à vérifier qu'en construisant nous-mêmes la fonction polynomiale, on obtient bien les mêmes résultats qu'avec *SOMME.SERIE*.

Du côté des statisticiens

13

Même si vous n'êtes pas statisticien, vous manipulez en permanence des concepts statistiques : salaire moyen, taux de rendement, espérance de vie et autres litanies récurrentes qu'égrènent vos flashs d'information quotidiens.



SOMMAIRE

- Dénombrement
- Tendance centrale
- Dispersion
- Corrélation
- Régression
- Distributions théoriques
- Tests statistiques
- Intervalles de confiance

MOTS-CLÉS

- Asymétrie
- Centile
- Corrélation
- Dénombrement

- Écart-type
- Fréquence
- Intervalle de confiance
- Khi-deux
- Kurtosis
- Loi binomiale
- Loi de Fisher
- Loi de Student
- Loi Gamma
- Loi normale
- Médiane
- Mode
- Moyenne
- Population
- Probabilité
- Quartile
- Régression
- Variable
- Variance

Parmi les 460 fonctions de calcul, la catégorie *Statistiques* est la plus volumineuse (à elle seule, elle en réunit plus d'une centaine !)… sans compter les 40 fonctions statistiques supplémentaires (en doublon des premières) qui ne sont là que pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures d'Excel.

Dans les deux premières sections de ce chapitre, nous en présenterons la moitié. Leur rôle principal est la mise à disposition de toute une série d'indices (moyenne, écarttype, etc.) dont l'objet est de mieux appréhender la structure des données étudiées.

Dans la troisième section, nous exposerons l'autre moitié. À cette occasion, nous aborderons une douzaine de distributions théoriques. Basées sur des modèles mathématiques sophistiqués, ces outils statistiques s'adressent clairement à des utilisateurs avertis.

Tendance centrale et dispersion

Pour aborder les premières fonctions de ce chapitre, nous allons utiliser un tableau réunissant les notes obtenues par 25 élèves dans cinq matières sur trois trimestres (figure 13-1). En termes statistiques, on parle d'une population de 25 individus (n) pour lesquels on dispose de 15 variables quantitatives.

			Maths			Physique			Français			Histoire			Langues		
2	Nom	Prénom	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
3	ATIER	Modeste	7	5	6	6	4	7	14	13	15	15	14	14	14	12	13
4	BAYON	Basile	19	17	18	17	15	16	12	13	12	11	10	11	13	12	10
5	BEDAS	Genevieve	20	18	17	19	17	19	16	13	14	15	15	14	14	16	13
6	BERTHIER	Edouard	11	10	11	10	9	10	11	11	11	10	11	12	11	9	11
7	CAFU	Melaine	19	18	18	17	17	17	Abs	13	14	15	15	12	16	Abs	13
8	CANTREL	Raymond	12	11	11	11	9	10	13	12	12	11	9	9	10	10	10
9	DUPONT	Nina	14	11	15	12	10	14	14	11	14	15	12	15	14	13	16
10	DURAND	Rémi	11	12	14	8	8	12	6	4	9	7	6	8	9	7	7
11	FATEU	Marcel	7	8	9	6	9	10	5	4	11	8	7	9	9	9	7
12	FROUIN	Roseline	2	3	6	Abs	4	7	13	15	14	14	11	12	10	11	9
13	GRENADA	Marius	11	11	12	13	8	14	12	7	13	10	9	12	9	9	11
14	LANGOT	Angèle	11	12	14	6	8	13	5	7	9	7	3	9	9	4	11
15	LAPEYRE	Martine	7	6	9	8	5	7	15	12	15	16	12	16	14	12	14
16	LEGRAND	Véronique	3	2	8	5	4	9	9	6	11	8	7	9	7	4	10
17	LIERT	Gaston	14	*Abs*	17	Abs	*19*	Abs	18	*16*	14	17	*11*	15	10	*11*	16
18	MEILLAC	Bernadette		4	5	3	5	8	6	5	7	7	4	9	6	6	9
19	MILLET	Aimée	13	12	14	13	11	16	9	6	9	8	7	8	7	4	11
20	OPERT	Casimir	6	4	9	7	3	8	8	7	9	6	6	8	7	5	7
21	PELLISSON	Justine	*Abs*	3	6	*2*	2	7	*11*	10	11	*12*	9	13	*13*	10	14
22	PILON	Patrice	5	17	16	17	16	17	17	15	16	16	14	15	15	13	14
23	RUNIN	Diane	20	10	19	11	Abs	17	Abs	10	11	12	11	Abs	14	11	10
24	TALAMON	Sylvain	20	18	18	15	17	19	3	2	4	4	2	12	5	2	13
25	TEROIN	Pascal	18	14	19	12	12	18	17	11	14	15	12	14	16	13	12
26	TERTI	Didier	14	11	18	13	12	17	17	14	18	16	13	13	15	12	12
27	VALADE	Florent	18	14	18	18	15	19	4	3	8	6	2	7	7	4	8

Figure 13–1 Ce tableau réunit les notes trimestrielles de 25 élèves dans cinq matières. La chaîne de caractères « Abs » indique l'absence de note dans la matière pour un trimestre donné.

VOCABULAIRE Variables, individus et population

Les 25 élèves représentent les « individus » de la population étudiée. Il se trouve qu'employé dans ce contexte, le terme est bien adapté. Pourtant, en matière statistique, un individu ne désigne pas nécessairement un être humain. Il peut tout aussi bien désigner un livre, une entreprise ou un objet quelconque. Dans ce cas, il est bien évident que la « population » qui désigne l'ensemble des individus étudiés ne représente absolument pas un rassemblement d'êtres humains.

Un « caractère » est une propriété mesurée selon le même procédé pour tous les individus d'une population (dans notre exemple, on étudie 15 caractères). On appelle « modalité » une valeur prise par un caractère (ici, comme il s'agit d'une notation sur 20, chaque caractère offre 21 modalités possibles, 21 nombres entiers compris entre 0 et 20). Un caractère peut être qualitatif ou quantitatif. Par convention, on appelle variable statistique quantitative tout caractère quantitatif.

Une variable quantitative est discrète si les valeurs qu'elle peut prendre sont distinctes les unes des autres. Les 15 variables étudiées ici sont des variables discrètes, puisque leurs valeurs sont l'un des 21 entiers compris dans l'intervalle [0-20].

Une variable quantitative est continue lorsqu'elle peut prendre n'importe quelle valeur contenue dans un intervalle. Nous travaillerons un peu plus loin avec la moyenne annuelle par matière qui est une variable continue, puisque ces moyennes peuvent être n'importe quel nombre décimal compris dans l'intervalle [0-20].

Compter les individus

La première phase de l'étude d'une population est d'en dénombrer les individus. Les trois fonctions *NBVAL*, *NB* et *NB.VIDE* renvoient respectivement le nombre total des individus (toutes les cellules non vides), le nombre de valeurs numériques et le nombre de cellules vides.

	B	D	E	F	H	I	J	L	M	N	P	Q	R	T	U	V
1		Maths			Physique			Français			Histoire			Langues		
2		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4	=NBVAL(Notes!D3:D27)	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
5	=NB(Notes!D3:D27)	23	24	25	23	24	24	23	25	25	25	25	24	25	24	25
6	=NB.VIDE(Notes!D3:D27)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 13–2 Le tableau présenté à la figure 13-1 se trouve sur une feuille nommée « Notes ». Ses données sont utilisées par les trois fonctions de dénombrement NBVAL, NB et NB.VIDE. La colonne B affiche la syntaxe des formules entrées dans la plage D4:D6.

Entrées d'abord en colonne *D*, les formules ont été ensuite recopiées dans le reste du tableau. On remarque que la fonction *NB* renvoie régulièrement des valeurs inférieures à celles de la fonction *NBVAL*, puisqu'elle ne prend pas en compte les valeurs de texte `Abs`. La seule colonne pour laquelle la fonction *NB.VIDE* renvoie une valeur différente de zéro est la colonne *D* puisqu'elle correspond à la seule plage contenant une cellule vide.

Un graphique pour représenter la répartition des élèves

À l'issue de ce dénombrement global, on cherche à savoir combien d'élèves ont obtenu `0`, `1`, `2`, …, `20` dans une matière donnée. En termes statistiques, cela revient à connaître le nombre d'individus pour chaque modalité x_i. Pour y parvenir, utilisez la fonction *NB.SI*. La statistique descriptive utilise ensuite le résultat de ces calculs pour en faire une représentation graphique qui donne une première idée de la structure de la population étudiée.

> **LISIBILITÉ Choisir l'intervalle**
>
> Afin de ne pas surcharger la figure, le calcul a été fait sur l'intervalle `[4,16]` (au lieu de `[0,20]`). En effet, avant `4` et après `16`, tous les cumuls sont nuls. Dans un souci de symétrie de la représentation, on a conservé les notes 4 à 7 (pour lesquelles les cumuls sont pourtant nuls).

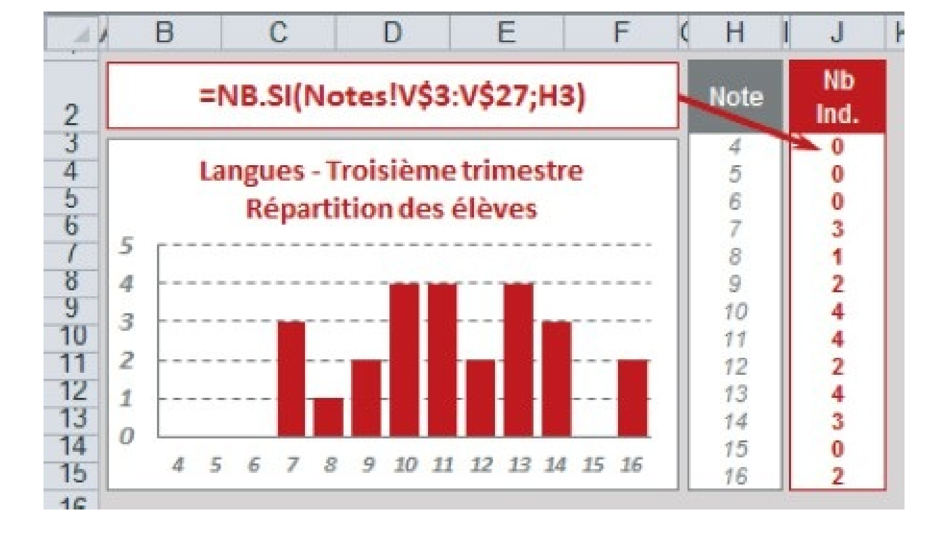


Figure 13–3 La fonction NB.SI, entrée en J3 et dont la syntaxe est présentée dans le cadre rouge, permet de calculer le nombre d'élèves ayant obtenu 4.

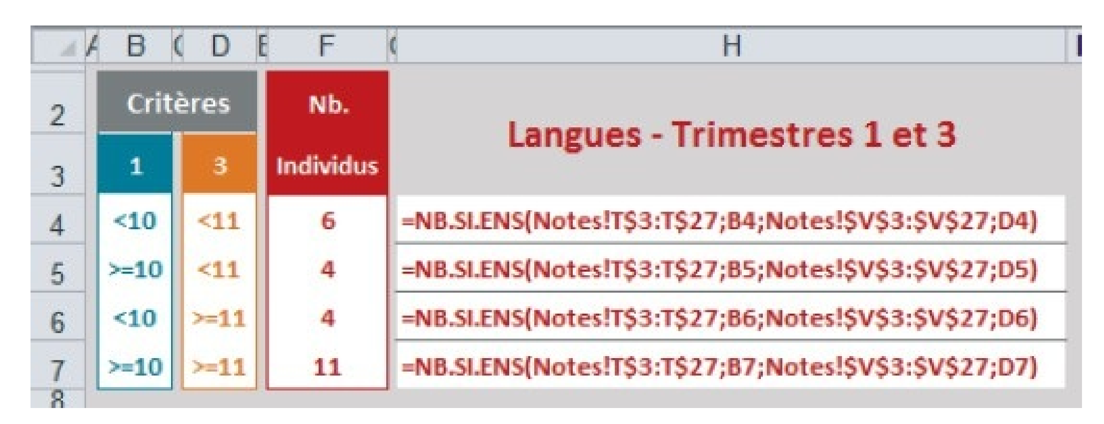
Les résultats affichés en colonne *J* correspondent à la répartition des notes du troisième trimestre pour les langues. À nouveau, on a utilisé les données de la feuille `Notes` dont le contenu est présenté figure 13-1. La formule entrée en *J3* a ensuite été recopiée dans la plage *J4:J15*. La somme des valeurs de la plage *J3:J15* redonne bien `25`, nombre total d'individus dans la population étudiée.

COMPRENDRE Fréquences

On peut calculer la fréquence de chaque modalité : $f_i = n_i / n$. On dit alors que la distribution de la variable X est l'ensemble des couples $\{(x_1,f_1), (x_2,f_2), \dots, (x_I,f_I)\}$. On a donc $n_1 + n_2 + \dots + n_I = n$ et $f_1 + f_2 + \dots + f_I = 1$.

ALLER PLUS LOIN La fonction NB.SI.ENS

La fonction *NB.SI* permet d'exprimer un critère unique. Pour faire des dénombrements impliquant davantage de critères, utilisez la fonction *NB.SI.ENS*. Ses mécanismes sont les mêmes que ceux de la fonction *SOMME.SI.ENS* (consultez le chapitre 12).



Critères 1	Critères 3	Nb. Individus	Langues - Trimestres 1 et 3
<10	<11	6	=NB.SI.ENS(Notes!T$3:T$27;B4;Notes!$V$3:$V$27;D4)
>=10	<11	4	=NB.SI.ENS(Notes!T$3:T$27;B5;Notes!$V$3:$V$27;D5)
<10	>=11	4	=NB.SI.ENS(Notes!T$3:T$27;B6;Notes!$V$3:$V$27;D6)
>=10	>=11	11	=NB.SI.ENS(Notes!T$3:T$27;B7;Notes!$V$3:$V$27;D7)

Figure 13–4 Pour exprimer des critères à la fois sur les notes du premier et du troisième trimestre, utilisez la fonction NB.SI.ENS.

Les arguments de *NB.SI.ENS* fonctionnent par paires. À titre d'exemple, les deux premiers arguments de la formule entrée en *F4* (`Notes!T$3:T$27` et `B4`) indiquent qu'il faut appliquer le critère `B4` (`<10`) à la plage `Notes!T$3:T$27` (langues au premier trimestre). Les deux derniers arguments (`Notes!$V$3:$V$27` et `D4`) indiquent qu'il faut appliquer le critère `D4` (`<11`) à la plage `Notes!$V$3:$V$27` (langues au troisième trimestre). En d'autres termes, on dénombre (pour les langues) les élèves ayant obtenu à la fois une note strictement inférieure à `10` au premier trimestre et strictement inférieure à `11` au troisième trimestre. Excel trouve 6 individus remplissant à la fois ces deux critères. La formule entrée en *F4*, dont la syntaxe apparaît en *H4*, a ensuite été recopiée dans la plage *F5:F7* (chacune utilisant les critères entrés dans sa propre ligne).

Regrouper en classes

Si la distribution étudiée concerne peu d'individus, il est possible qu'une représentation graphique par modalité n'affiche que des valeurs de type `1/n` (un individu par modalité). Or, en se plaçant toujours dans la perspective d'affiner peu à peu notre compréhension de la structure de la population, une telle représentation n'est pas très utile.

Pour obtenir un graphique plus intéressant, il est souvent préférable de regrouper les modalités et de définir des classes. La fonction *FREQUENCE* d'Excel répond à ce besoin. À partir d'un vecteur de seuils (`8` et `12` dans notre exemple), la fonction *FREQUENCE* renvoie un dénombrement des individus pour les trois classes `[0,8]`, `]8,12]` et `]12,20]`.



	B	D	E	F	H	I	J	L	M	N	P	Q	R	T	U	V	X
1		Maths			Physique			Français			Histoire			Langues			
2		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
4	{=FREQUENCE	7	8	5	9	10	6	7	10	3	9	9	4	6	8	4	8
5	(Notes!D3:D27;	5	9	6	5	7	5	6	7	11	6	11	11	8	12	12	12
6	$X4:$X5)}	11	7	14	9	7	13	10	8	11	10	5	9	11	4	9	

Figure 13–5 Pour chaque matière, la fonction FREQUENCE montre la répartition des individus en fonction des deux seuils 8 et 12.

À la figure 13-5, les deux seuils `8` et `12` ont été entrés en *X4* et *X5*. Ces deux seuils définissent trois classes : `[0-8]`, `]8-12]` et `]12-20]`, ou encore (les notes sont ici des valeurs entières), les trois classes : `[0-8]`, `[9-12]` et `[13-20]`.

ATTENTION FREQUENCE est une fonction matricielle

La fonction *FREQUENCE* renvoie plusieurs valeurs simultanément. Il s'agit donc d'une fonction matricielle qu'il convient de traiter comme telle (voir le chapitre 4). Pour obtenir la répartition des notes de mathématiques au premier trimestre en fonction des deux seuils `8` et `12`, il faut sélectionner la plage *D4:D6*, entrer la fonction *FREQUENCE* (sa syntaxe est indiquée en *B4*) et la valider en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*. La plage *D4:D6* est ensuite recopiée dans les colonnes suivantes.

Attention, les accolades qui apparaissent dans la syntaxe de la formule entrée en *D4:D6* ne doivent

pas être saisies. Excel les ajoutera automatiquement quand vous validerez la formule à l'aide des touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

Dans notre exemple, les trois classes ne sont pas égales (les deux classes extrêmes sont deux fois plus grandes que la classe centrale). Pour respecter le principe de proportionnalité (figure 13-6), il faut soit vous ramener à des classes égales (graphique de droite), soit faire en sorte que votre graphique ressemble à la représentation de gauche.

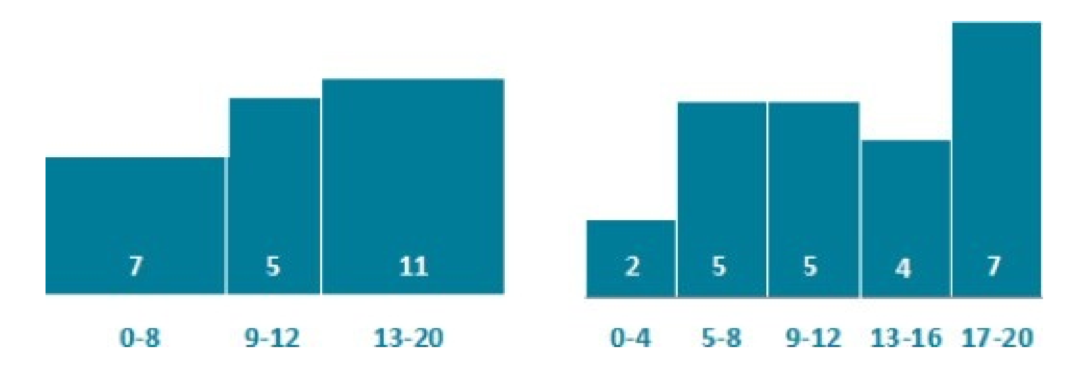


Figure 13–6 Deux manières de représenter la répartition par classes des individus pour la variable « Mathématiques au premier trimestre ».

Indicateurs de tendance centrale

Toujours dans la perspective de mieux comprendre les quinze variables quantitatives de notre exemple, nous nous intéressons maintenant à leur moyenne. Cet indice donne une sorte de résumé de chacune des variables et constitue l'une des mesures de tendance centrale couramment utilisées en statistiques. Une moyenne offre un résumé d'informations nombreuses, mais entraîne du même coup une inévitable perte d'information.

Par la suite, nous en aborderons d'autres comme la médiane ou les modes, qui compléteront la description ébauchée avec le calcul de la moyenne.

Excel fournit trois fonctions relatives au calcul de la moyenne arithmétique : *MOYENNE*, *AVERAGEA* et *MOYENNE.REDUITE*.

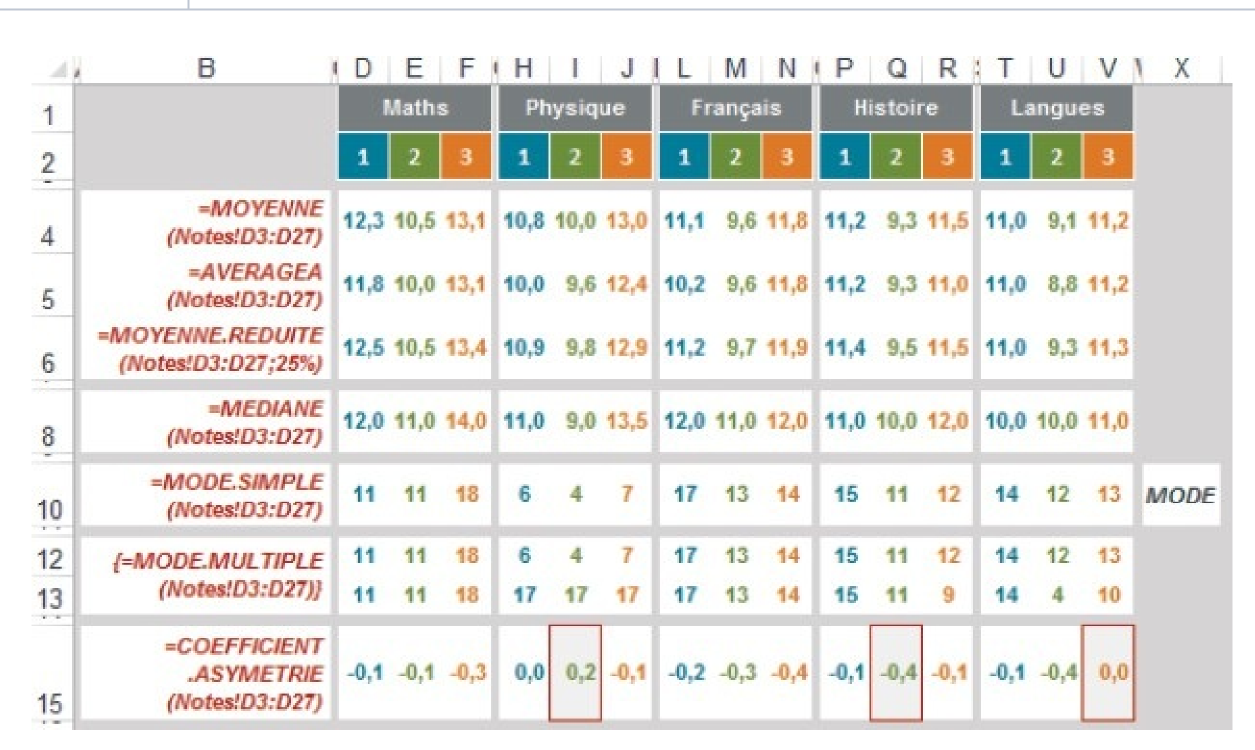
ATTENTION Coefficient d'asymétrie

Le coefficient d'asymétrie présenté en ligne *15* de la figure 13-7 a été placé ici car il témoigne de la position respective de la moyenne et de la médiane, mais la fonction qui lui correspond sera traitée un peu plus loin dans ce chapitre. D'ailleurs, considérant que l'on travaille avec la population totale, il vaudrait mieux utiliser la fonction *COEFFICIENT.ASYMETRIE.P*, disponible uniquement sous Excel 2013.

Tableau 13–1 Moyennes

Fonction	Description

MOYENNE	Cette fonction renvoie la moyenne arithmétique de tous ses arguments. En d'autres termes, elle fait la somme de toutes les valeurs numériques qu'elle divise par leur dénombrement. Elle ne prend en compte ni les valeurs logiques, ni les valeurs de texte, ni les cellules vides (voir la ligne *4* de la figure 13-7). Les moyennes des quinze variables quantitatives s'étendent de `9,1` (langues au deuxième trimestre) à `13,1` (mathématiques au troisième trimestre).
AVERAGEA	Cette fonction fait le même calcul que *MOYENNE*, mais en prenant en compte les valeurs logiques (`1` pour `VRAI` et `0` pour `FAUX`), ainsi que les valeurs de texte, qu'elle remplace par `0` (voir la ligne *5* de la figure 13-7). La présence des chaînes de caractères `Abs` dans certaines variables rend quelques résultats légèrement plus faibles qu'avec la fonction *MOYENNE*.
MOYENNE.REDUITE	Cette fonction calcule la moyenne d'un ensemble de données en excluant un certain pourcentage des valeurs extrêmes (inférieures et supérieures). À la figure 13-7, l'exemple donné ligne *6* exclut 25 % des notes aux deux extrémités, c'est-à-dire `0,25 × 25 = 6,25` qui, arrondi au multiple de `2` inférieur, donne `6`. Il exclut donc les trois notes les plus faibles, ainsi que les trois plus fortes, sans tenir compte ni des valeurs logiques, ni des valeurs de texte.



	B	D	E	F	H	I	J	L	M	N	P	Q	R	T	U	V	X
1		Maths			Physique			Français			Histoire			Langues			
2		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
4	=MOYENNE (Notes!D3:D27)	12,3	10,5	13,1	10,8	10,0	13,0	11,1	9,6	11,8	11,2	9,3	11,5	11,0	9,1	11,2	
5	=AVERAGEA (Notes!D3:D27)	11,8	10,0	13,1	10,0	9,6	12,4	10,2	9,6	11,8	11,2	9,3	11,0	11,0	8,8	11,2	
6	=MOYENNE.REDUITE (Notes!D3:D27;25%)	12,5	10,5	13,4	10,9	9,8	12,9	11,2	9,7	11,9	11,4	9,5	11,5	11,0	9,3	11,3	
8	=MEDIANE (Notes!D3:D27)	12,0	11,0	14,0	11,0	9,0	13,5	12,0	11,0	12,0	11,0	10,0	12,0	10,0	10,0	11,0	
10	=MODE.SIMPLE (Notes!D3:D27)	11	11	18	6	4	7	17	13	14	15	11	12	14	12	13	MODE
12	{=MODE.MULTIPLE (Notes!D3:D27)}	11	11	18	6	4	7	17	13	14	15	11	12	14	12	13	
13		11	11	18	17	17	17	17	13	14	15	11	9	14	4	10	
15	=COEFFICIENT .ASYMETRIE (Notes!D3:D27)	-0,1	-0,1	-0,3	0,0	0,2	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,1	-0,4	-0,1	-0,1	-0,4	0,0	

Figure 13–7 Ce tableau réunit les principaux indicateurs de tendance centrale. La colonne X donne l'ancienne forme de certaines fonctions, conservées dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

La colonne *B* expose la syntaxe des formules entrées dans la plage *D4:D15*. Ces dernières ont ensuite été recopiées dans la plage *E4:V15*.

BON À SAVOIR Moyennes conditionnelles

Tout comme les sommes conditionnelles étudiées au chapitre 12 et les dénombrements conditionnels abordés au tout début de ce chapitre, *MOYENNE.SI* et *MOYENNE.SI.ENS* calculent des moyennes

sur une partie de la population filtrée par un critère. Le tableau présenté figure 13-8 affiche la moyenne trimestrielle de chaque élève, toutes matières confondues. La formule dont la syntaxe apparaît dans le cadre rouge a été entrée en *E5*, puis recopiée en *E5:G29*. Elle utilise la plage *D2:V2* de la feuille `Notes` (présentée figure 13-1) comme plage de critères et lui applique le critère entré cellule *E4* (deuxième argument). Comme cette dernière contient la chaîne de caractères `T1`, elle fait la moyenne de la plage *D3:V3* (troisième argument, notes de l'élève `ATIER`), mais en ne prenant en compte que celles du premier trimestre (celles dont la position en *D3:V3* correspond à la position des `T1` dans la plage *D2:V2*). Reportez-vous à la description de la fonction *SOMME.SI* faite dans le chapitre 12 pour bien comprendre le mécanisme d'expression des critères.

Si le filtre de calcul doit porter simultanément sur plusieurs critères, il faut utiliser *MOYENNE.SI.ENS*. L'articulation de ses arguments est exactement la même qu'avec *SOMME.SI.ENS*.

=MOYENNE.SI(Notes!$D$2:$V$2;E$4;Notes!$D3:$V3)

Nom	Prénom	Moyenne T1	T2	T3
ATIER	Modeste	11,2	9,6	11,0
BAYON	Basile	14,4	13,4	13,4
BEDAS	Genevieve	16,8	15,8	15,4
BERTHIER	Edouard	10,6	10,0	11,0
CAFU	Melaine	16,8	15,8	14,8
CANTREL	Raymond	11,4	10,2	10,4
DUPONT	Nina	13,8	11,4	14,8
DURAND	Rémi	8,2	7,4	10,0
FATEU	Marcel	7,0	7,4	9,2
FROUIN	Roseline	9,8	8,8	9,6
GRENADA	Marius	11,0	8,8	12,4
LANGOT	Angèle	7,6	6,8	11,2
LAPEYRE	Martine	12,0	9,4	12,2
LEGRAND	Véronique	6,4	4,6	9,4
LIERT	Gaston	14,8	14,3	15,5
MEILLAC	Bernadette	5,5	4,8	7,6
MILLET	Aimée	10,0	8,0	11,6
OPERT	Casimir	6,8	5,0	8,2
PELLISSON	Justine	9,5	6,8	10,2
PILON	Patrice	14,0	15,0	15,6
RUNIN	Diane	14,3	10,5	14,3
TALAMON	Sylvain	9,4	8,2	13,2
TEROIN	Pascal	15,6	12,4	15,4
TERTI	Didier	15,0	12,4	15,6
VALADE	Florent	10,6	7,6	12,0

Figure 13–8 Bien que les données du calcul soient stockées dans des cellules non contiguës, on obtient très facilement la moyenne trimestrielle de chaque élève grâce à la fonction MOYENNE.SI.

LISSER Moyennes mobiles

Les moyennes mobiles permettent de lisser des valeurs et, donc, de mettre en évidence une tendance en gommant les accidents de parcours. Vous pouvez utiliser la fonction *MOYENNE* sur quelques valeurs pour calculer une moyenne arithmétique, mais Excel met également à disposition les fonctions *MOYENNE.GEOMETRIQUE* et *MOYENNE HARMONIQUE* qui fondent leur calcul sur d'autres algorithmes. À-la figure 13-9, la syntaxe de la fonction *MOYENNE.HARMONIQUE* entrée en *D7* apparaît dans le premier cadre orange. Elle réalise un lissage sur les cinq valeurs précédentes.

La cellule *E7* contient une formule qui renvoie le même résultat. Cette dernière met en évidence l'algorithme sur lequel repose la fonction *MOYENNE.HARMONIQUE* (rapport du nombre de valeurs dont on fait la moyenne sur la somme des inverses de ces valeurs). Ces deux formules ont été respectivement recopiées dans les plages *D8:D32* et *E8:E32*. La syntaxe de la fonction *MOYENNE.GEOMETRIQUE* entrée en *F12* apparaît dans le premier cadre vert. Elle réalise un lissage sur les dix valeurs précédentes. La cellule *G12* contient une formule qui renvoie le même résultat. Cette dernière met en évidence l'algorithme sur lequel repose la fonction *MOYENNE.GEOMETRIQUE* (racine énième du produit des n valeurs dont on fait la moyenne). Ces deux formules ont été respectivement recopiées dans les plages *F13:F32* et *G13:G32*. Calculée sur davantage de valeurs, cette fonction effectue un lissage plus important que la formule entrée en colonne *D*.

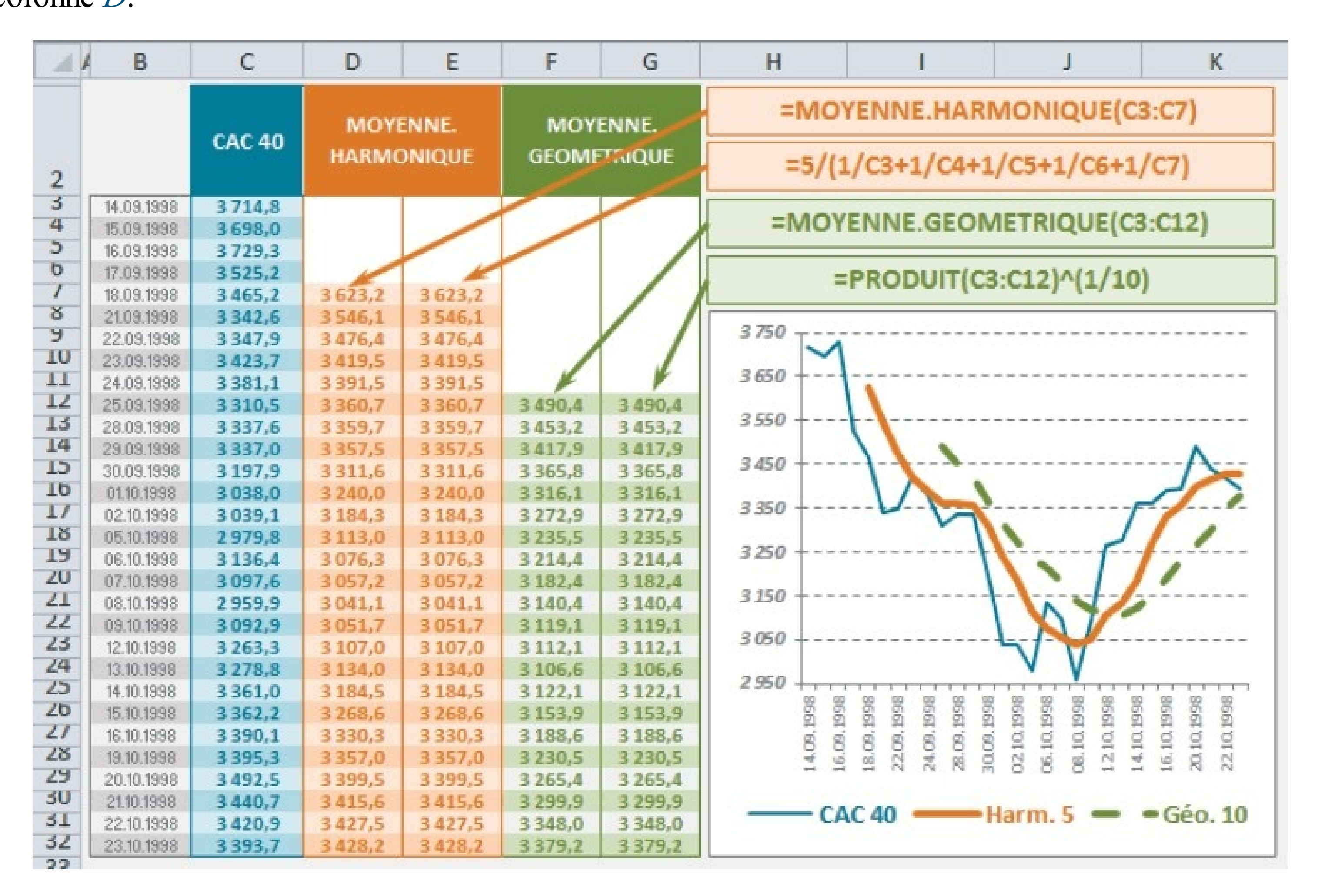

	B	C	D	E	F	G
2		CAC 40	MOYENNE. HARMONIQUE		MOYENNE. GEOMETRIQUE	
3	14.09.1998	3 714,8				
4	15.09.1998	3 698,0				
5	16.09.1998	3 729,3				
6	17.09.1998	3 525,2				
7	18.09.1998	3 465,2	3 623,2	3 623,2		
8	21.09.1998	3 342,6	3 546,1	3 546,1		
9	22.09.1998	3 347,9	3 476,4	3 476,4		
10	23.09.1998	3 423,7	3 419,5	3 419,5		
11	24.09.1998	3 381,1	3 391,5	3 391,5		
12	25.09.1998	3 310,5	3 360,7	3 360,7	3 490,4	3 490,4
13	28.09.1998	3 337,6	3 359,7	3 359,7	3 453,2	3 453,2
14	29.09.1998	3 337,0	3 357,5	3 357,5	3 417,9	3 417,9
15	30.09.1998	3 197,9	3 311,6	3 311,6	3 365,8	3 365,8
16	01.10.1998	3 038,0	3 240,0	3 240,0	3 316,1	3 316,1
17	02.10.1998	3 039,1	3 184,3	3 184,3	3 272,9	3 272,9
18	05.10.1998	2 979,8	3 113,0	3 113,0	3 235,5	3 235,5
19	06.10.1998	3 136,4	3 076,3	3 076,3	3 214,4	3 214,4
20	07.10.1998	3 097,6	3 057,2	3 057,2	3 182,4	3 182,4
21	08.10.1998	2 959,9	3 041,1	3 041,1	3 140,4	3 140,4
22	09.10.1998	3 092,9	3 051,7	3 051,7	3 119,1	3 119,1
23	12.10.1998	3 263,3	3 107,0	3 107,0	3 112,1	3 112,1
24	13.10.1998	3 278,8	3 134,0	3 134,0	3 106,6	3 106,6
25	14.10.1998	3 361,0	3 184,5	3 184,5	3 122,1	3 122,1
26	15.10.1998	3 362,2	3 268,6	3 268,6	3 153,9	3 153,9
27	16.10.1998	3 390,1	3 330,3	3 330,3	3 188,6	3 188,6
28	19.10.1998	3 395,3	3 357,0	3 357,0	3 230,5	3 230,5
29	20.10.1998	3 492,5	3 399,5	3 399,5	3 265,4	3 265,4
30	21.10.1998	3 440,7	3 415,6	3 415,6	3 299,9	3 299,9
31	22.10.1998	3 420,9	3 427,5	3 427,5	3 348,0	3 348,0
32	23.10.1998	3 393,7	3 428,2	3 428,2	3 379,2	3 379,2

Figure 13–9 Les cours du CAC 40 sont lissés par l'utilisation des fonctions MOYENNE.GEOMETRIQUE et MOYENNE.HARMONIQUE en tant que moyennes mobiles.

Tableau 13–2 Valeurs centrales et répétitives

Fonction	Description
MEDIANE	Cette fonction renvoie la valeur centrale d'un ensemble de nombres. En d'autres termes, elle ordonne toutes les valeurs de la variable et choisit celle qui se trouve exactement au milieu. Si la variable contient un nombre pair de valeurs, la médiane correspond à la moyenne des deux valeurs centrales (voir la ligne 8 de la figure 13-7).

MODE.SIMPLE	À partir d’un ensemble de valeurs, *MODE.SIMPLE* renvoie celle qui apparaît le plus fréquemment. Si chaque valeur est unique, elle renvoie `#N/A`. Si plusieurs arrivent exæquo dans ce palmarès, la fonction renvoie la première valeur rencontrée dans la plage (voir la ligne *10* de la figure 13-7). Elle ne tient pas compte des valeurs logiques ou des valeurs de texte.
MODE.MULTIPLE	Cette fonction remplit le même office que la fonction *MODE.SIMPLE*, mais peut renvoyer une matrice de valeurs. Dans les lignes *12* et *13* de la figure 13-7, la variable quantitative `Physique du premier trimestre` (colonne *H*) possède trois exæquo (`6, 13` et `17`), répétées chacune en trois exemplaires. La fonction ayant été entrée dans deux cellules seulement, elle ne peut renvoyer que deux d’entre elles. Elle les choisit dans leur ordre d’apparition dans la plage. Si, au contraire, la plage ne contient qu’un lauréat, la valeur correspondante est répétée plusieurs fois dans la matrice résultat (cas des mathématiques au premier trimestre en colonne *D*). Si chaque valeur est unique, elle renvoie une matrice de `#N/A`. `MODE.MULTIPLE` étant une fonction matricielle, elle doit être validée comme telle (voir le chapitre 4).

Indicateurs de dispersion

Plus une population est regroupée autour de sa moyenne, plus cette dernière est représentative de sa distribution. Obtenir une moyenne de `10` à partir des valeurs `9` et `11` n’a pas la même représentativité qu’à partir de `0` et `20`.

Toujours dans la perspective de mieux appréhender la structure d’une population, nous allons maintenant nous intéresser à une vingtaine de fonctions renvoyant une série d’indicateurs de dispersion. Il y a d’abord celles qui renvoient les valeurs extrêmes, puis celles qui donnent une idée de la distance moyenne séparant chaque valeur de la moyenne et, enfin, celles qui découpent la population en tranches régulières plus ou moins larges et plus ou moins éloignées de la moyenne.

Valeurs extrêmes

Les fonctions *MAX* et *MIN* (lignes *4* et *5* de la figure 13-10) renvoient la plus grande et la plus petite valeur numérique d’une population. *MAXA* et *MINA* (lignes *6* et *7* de la figure 13-10) remplissent le même office en tenant compte des valeurs logiques (`1` pour `VRAI` et `0` pour `FAUX`) et des valeurs de texte (prises en compte pour `0`).

GRANDE.VALEUR et *PETITE.VALEUR* (lignes *9* et *10* de la figure 13-10) renvoient le même genre d’information en excluant un certain nombre de valeurs extrêmes (deuxième argument). En *D9*, le résultat `19` correspond bien à la plus haute note de mathématiques du premier trimestre, abstraction faite des quatre valeurs de tête (le `5` saisi en deuxième argument indique que l’on veut renvoyer la cinquième plus grande valeur). Ces fonctions ne tiennent pas compte des valeurs logiques et des valeurs de texte.

	B	D	E	F	H	I	J	L	M	N	P	Q	R	T	U	V	X
1		Maths			Physique			Français			Histoire			Langues			
2		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
4	*=MAX (Notes!D3:D27)*	20,0	18,0	19,0	19,0	19,0	19,0	18,0	16,0	18,0	17,0	15,0	16,0	16,0	16,0	16,0	
5	*=MIN (Notes!D3:D27)*	2,0	2,0	5,0	2,0	2,0	7,0	3,0	2,0	4,0	4,0	2,0	7,0	5,0	2,0	7,0	
6	*=MAXA (Notes!D3:D27)*	20,0	18,0	19,0	19,0	19,0	19,0	18,0	16,0	18,0	17,0	15,0	16,0	16,0	16,0	16,0	
7	*=MINA (Notes!D3:D27)*	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	4,0	2,0	0,0	5,0	0,0	7,0	
9	*=GRANDE.VALEUR (Notes!D3:D27;5)*	19,0	17,0	18,0	17,0	16,0	17,0	16,0	13,0	14,0	15,0	13,0	14,0	14,0	12,0	14,0	
10	*=PETITE.VALEUR (Notes!D3:D27;5)*	7,0	4,0	8,0	6,0	4,0	8,0	6,0	5,0	9,0	7,0	6,0	9,0	7,0	4,0	9,0	
12	*=QUARTILE .INCLURE (Notes!D3:D27;1)*	7,0	5,8	9,0	6,5	5,0	8,8	7,0	6,0	9,0	8,0	7,0	9,0	9,0	5,8	10,0	*QUARTILE*
13	*=QUARTILE .EXCLURE (Notes!D3:D27;3)*	18,0	14,0	18,0	15,0	15,0	17,0	15,0	13,0	14,0	15,0	12,0	14,0	14,0	12,0	13,0	
15	*=CENTILE .INCLURE (Notes!D3:D27;20%)*	7,0	4,6	8,8	6,0	4,6	8,0	6,0	5,8	9,0	7,0	6,0	9,0	7,0	4,6	9,0	*CENTILE*
16	*=CENTILE .EXCLURE (Notes!D3:D27;20%)*	6,8	4,0	8,2	6,0	4,0	8,0	5,8	5,2	9,0	7,0	6,0	9,0	7,0	4,0	9,0	
18	*=ECART.MOYEN (Notes!D3:D27)*	4,7	4,1	4,2	4,1	4,3	4,0	3,9	3,6	2,5	3,4	3,2	2,3	3,0	3,1	2,1	
20	*=VAR.P.N (Notes!D3:D27)*	31,2	25,5	21,5	23,5	25,4	19,0	20,8	16,6	9,6	15,1	14,8	7,1	11,2	13,5	6,5	*VAR.P*
21	*=VAR.S (Notes!D3:D27)*	32,7	26,6	22,4	24,6	26,5	19,8	21,7	17,3	10,0	15,7	15,4	7,4	11,6	14,1	6,8	*VAR*
22	*=VARPA (Notes!D3:D27)*	35,9	28,7	21,5	30,3	28,2	24,6	28,2	16,6	9,6	15,1	14,8	11,9	11,2	16,2	6,5	
23	*=VARA (Notes!D3:D27)*	37,5	29,9	22,4	31,5	29,3	25,7	29,3	17,3	10,0	15,7	15,4	12,4	11,6	16,9	6,8	
25	*=ECARTYPE .PEARSON (Notes!D3:D27)*	5,6	5,0	4,6	4,9	5,0	4,4	4,6	4,1	3,1	3,9	3,8	2,7	3,3	3,7	2,5	*ECARTYPEP*
26	*=ECARTYPE .STANDARD (Notes!D3:D27)*	5,7	5,2	4,7	5,0	5,1	4,4	4,7	4,2	3,2	4,0	3,9	2,7	3,4	3,8	2,6	*ECARTYPE*
27	*=STDEVPA (Notes!D3:D27)*	6,0	5,4	4,6	5,5	5,3	5,0	5,3	4,1	3,1	3,9	3,8	3,4	3,3	4,0	2,5	
28	*=STDEVA (Notes!D3:D27)*	6,1	5,5	4,7	5,6	5,4	5,1	5,4	4,2	3,2	4,0	3,9	3,5	3,4	4,1	2,6	

Figure 13–10 Ce tableau réunit les principaux indicateurs de dispersion. La colonne X donne la forme ancienne de certaines fonctions, conservées dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

La colonne *B* expose la syntaxe des formules entrées en *D4:D28*, ces dernières ayant ensuite été recopiées dans la plage *E4:V28*. Toutes utilisent les données stockées dans la feuille `Notes` présentée figure 13-1.

Quartiles et centiles

Quartiles

QUARTILE.INCLURE et *QUARTILE.EXCLURE* divisent la population en quatre quarts

et renvoient les valeurs marquant ces séparations (lignes *12* et *13* de la figure 13-10).

	B	C	D	F	G	H	J	K	L	N	O	P	R	S	T
1	Maths			Physique			Français			Histoire			Langues		
2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4	2	2	5	2	2	7	3	2	4	4	2	7	5	2	7
5	2	3	6	3	3	7	4	3	7	6	2	8	6	4	7
6	3	3	6	5	4	7	5	4	8	6	3	8	7	4	7
7	5	4	6	6	4	7	5	4	9	7	4	8	7	4	8
8	6	4	8	6	4	8	6	5	9	7	6	9	7	4	9
9	7	5	9	6	5	8	6	6	9	7	6	9	7	5	9
10	7	6	9	7	5	9	8	6	9	8	7	9	9	6	10
11	7	8	9	8	8	10	9	7	11	8	7	9	9	7	10
12	11	10	11	8	8	10	9	7	11	8	7	9	9	9	10
13	11	10	11	10	8	10	11	7	11	10	9	11	9	9	10
14	11	11	12	11	9	12	11	10	11	10	9	12	10	9	11
15	11	11	14	11	9	13	12	10	11	11	9	12	10	10	11
16	12	11	14	12	9	14	12	11	12	11	10	12	10	10	11
17	13	11	14	12	10	14	13	11	12	12	11	12	11	11	11
18	14	12	15	13	11	16	13	11	13	12	11	12	13	11	12
19	14	12	16	13	12	16	14	12	14	14	11	13	13	11	12
20	14	12	17	13	12	17	14	12	14	15	11	13	14	12	13
21	18	14	17	15	15	17	15	13	14	15	12	14	14	12	13
22	18	14	18	17	15	17	16	13	14	15	12	14	14	12	13
23	19	17	18	17	16	17	17	13	14	15	12	14	14	12	13
24	19	17	18	17	17	18	17	13	14	15	13	15	14	13	14
25	20	18	18	18	17	19	17	14	15	16	14	15	15	13	14
26	20	18	18	19	17	19	18	15	15	16	14	15	15	13	14
27	20	18	19		19	19		15	16	16	15	16	16	16	16
28			19					16	18	17	15		16		16

Figure 13–11 Ici, les quinze variables sont triées dans l'ordre croissant. La feuille qui contient ce tableau s'appelle « NotesTri ».

Dans le tableau de la figure 13-11, on a fait ressortir sur fond de couleur, en caractères verts les plus petites valeurs, en caractères mauves les plus grandes, en caractères noirs les valeurs à partir desquelles sont calculés les premier et troisième quartiles, en blanc sur fond rouge les valeurs à partir desquelles est calculé le deuxième quartile (autrement dit, la médiane).

La différence entre *QUARTILE.INCLURE* et *QUARTILE.EXCLURE* réside dans la prise en compte ou non des valeurs extrêmes de la population. Pour le deuxième quartile, leurs résultats sont identiques, mais pour le premier et le troisième, *QUARTILE.EXCLURE* renvoie des valeurs légèrement plus excentrées.

REPRÉSENTATION Les boîtes à moustaches

Les fonctions *MIN*, *MAX*, *MEDIANE* et *QUARTILE.EXCLURE* peuvent être utilisées pour construire des boîtes à moustaches. Ces dernières donnent une représentation de la dispersion d'une population en enfermant la moitié des valeurs les plus centrales dans des boîtes et en donnant, par des traits recouvrant les premier et dernier quartiles, l'étendue des valeurs extrêmes de la population.

		Maths			Physique			Français			Histoire			Langues		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
6	=MEDIANE(NotesTri!B4:B28)	11,5	11,0	14,0	11,0	9,0	13,5	12,0	11,0	12,0	11,0	10,0	12,0	10,0	10,0	11,0
8	=QUARTILE.EXCLURE(NotesTri!B4:B28;1)	7,0	5,3	9,0	6,0	5,0	8,3	6,0	6,0	9,0	7,5	6,5	9,0	8,0	5,3	9,5
10	=QUARTILE.EXCLURE(NotesTri!B4:B28;3)	18,0	14,0	18,0	15,0	15,0	17,0	15,0	13,0	14,0	15,0	12,0	14,0	14,0	12,0	13,0
12	=MAX(NotesTri!B4:B28)	20	18	19	19	19	19	18	16	18	17	15	16	16	16	16
14	=MIN(NotesTri!B4:B28)	2	2	5	2	2	7	3	2	4	4	2	7	5	2	7

Figure 13–12 Ce tableau utilise les fonctions MIN, MAX, MEDIANE et QUARTILE.EXCLURE pour obtenir les valeurs nécessaires à la construction des boîtes à moustaches.

À la figure 13-13, les losanges bleus représentent les notes trimestrielles de chaque élève par matière. Comme plusieurs points se trouvent regroupés autour d'une même note, ils forment des amas plus ou moins importants. Les extrémités de chaque boîte marquent le début du deuxième quartile et la fin du troisième. Le trait rouge apparaissant au sein de chaque boîte représente la médiane. Les traits verts matérialisent les plus petites valeurs et les violets, les plus grandes. Les quelques points qui apparaissent sur l'axe des abscisses correspondent aux valeurs de texte `Abs`, représentées comme des valeurs nulles.

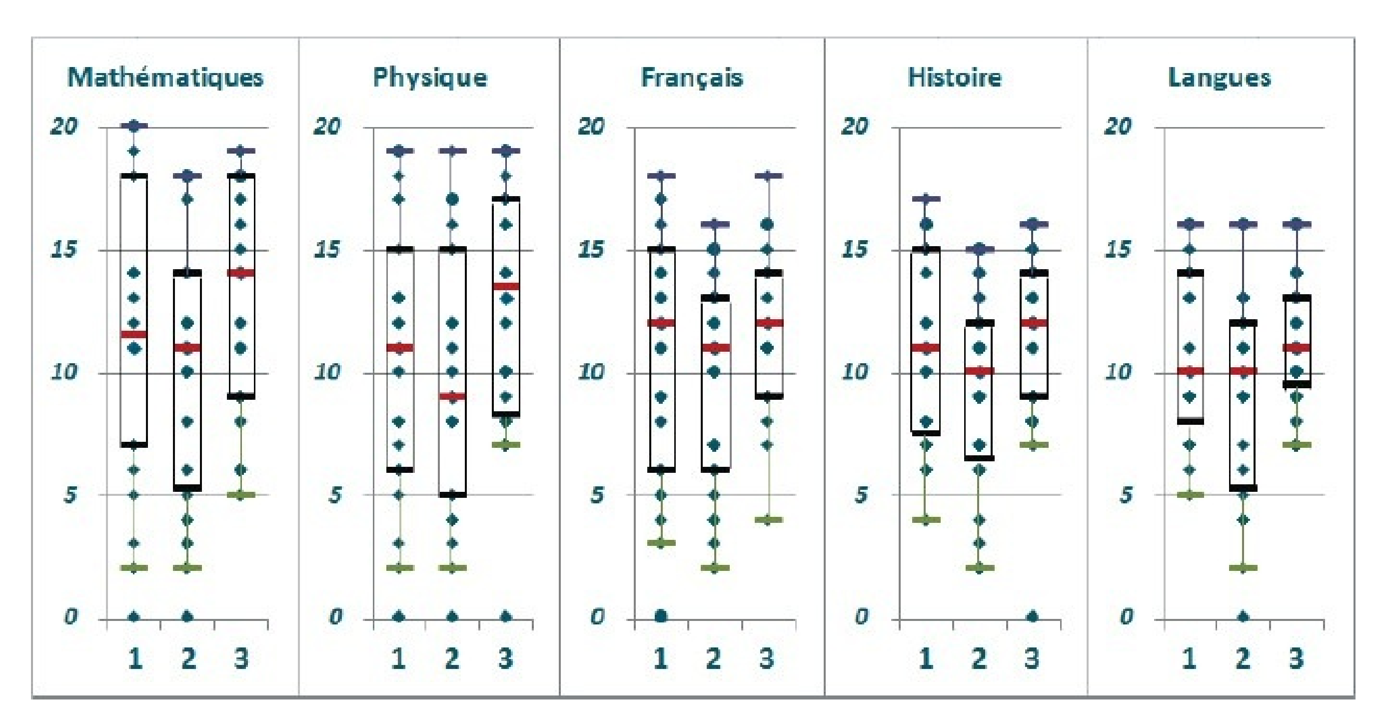


Figure 13–13 Ces quinze boîtes à moustaches donnent une idée plus précise de la dispersion des notes dans les diverses matières.

Vous remarquerez que cette représentation montre que les notes du troisième trimestre en langues sont beaucoup plus concentrées autour de la médiane que les notes de mathématiques du premier trimestre.

Centiles

On peut travailler avec une division plus fine de la population en utilisant

CENTILE.INCLURE et *CENTILE.EXCLURE* (lignes *15* et *16* de la figure 13-10). En entrant par exemple `20%`, `40%`, `60%` et `80%` en deuxième argument de quatre fonctions *CENTILE.INCLURE*, on divise la population en cinq (au lieu de quatre avec les quartiles). Le deuxième argument peut prendre n'importe quelle valeur entre `0` et `1`.

Mesure des écarts à la moyenne

Une troisième série de fonctions mesure divers types d'écarts entre les valeurs de la variable et la moyenne. Plus les résultats renvoyés sont grands, plus la dispersion est importante.

Tableau 13–3 Écarts à la moyenne

Fonction	Description
ECART.MOYEN	Cette fonction calcule la valeur absolue des écarts entre les notes et la moyenne. Elle en fait la somme qu'elle divise par le nombre de notes et renvoie le résultat obtenu (ligne *18* de la figure 13-10). Cet indicateur est facile à comprendre, mais il ne présente pas des propriétés mathématiques très intéressantes. De ce fait, on utilise plutôt la variance et sa racine carrée, l'écart-type.
VAR.P.N et *VAR.S*	Cette fonction (ligne *20* de la figure 13-10) fait le même calcul que la fonction *ECART.MOYEN*, mais en travaillant à partir du carré des écarts à la moyenne. *VAR.S* (ligne *21* de la figure 13-10) fait un calcul similaire, mais au lieu de diviser par `n` (population totale de la variable), elle divise par `n-1`.
ECARTYPE.PEARSON et *ECARTYPE.STANDARD*	Ces fonctions (lignes *25* et *26* de la figure 13-10) correspondent respectivement à la racine carrée de *VAR.P.N* et à celle de *VAR.S*.

Calculée à partir du carré des distances, la variance est très influencée par les valeurs aberrantes (extrêmes). Aussi, avant de faire ce calcul, il est important d'identifier ces dernières afin de ne pas les prendre en compte.

Par ailleurs, si l'on utilise un échantillon aléatoire pour estimer la variance d'une population, on risque de sous-estimer cette dernière car la dispersion d'un échantillon a de fortes chances d'être inférieure à celle de la population dont il est issu. C'est pourquoi, dans le cas d'un échantillon, au lieu de diviser la somme des carrés des écarts à la moyenne par `n`, on divise par `n-1`. On parle alors d'une variance sans biais. En résumé, si vous réalisez vos calculs à partir des valeurs d'une population globale, il faudra utiliser les fonctions *VAR.P.N* et *ECARTYPE.PEARSON*, alors que si vous travaillez à partir d'un échantillon dans la perspective d'estimer la variance et l'écart-type d'une population globale, il faudra utiliser les fonctions *VAR.S* et *ECARTYPE.STANDARD*.

Les quatre fonctions *VARPA*, *VARA*, *STDEVPA* et *STDEVA* (lignes *22*, *23*, *27* et *28* de la

figure 13-10) font respectivement les mêmes calculs que les quatre fonctions précédentes, mais en prenant en compte les valeurs logiques (`1` pour `VRAI` et `0` pour `FAUX`) et textuelles (valeur `0`).

ALLER PLUS LOIN Symétrie d'une distribution

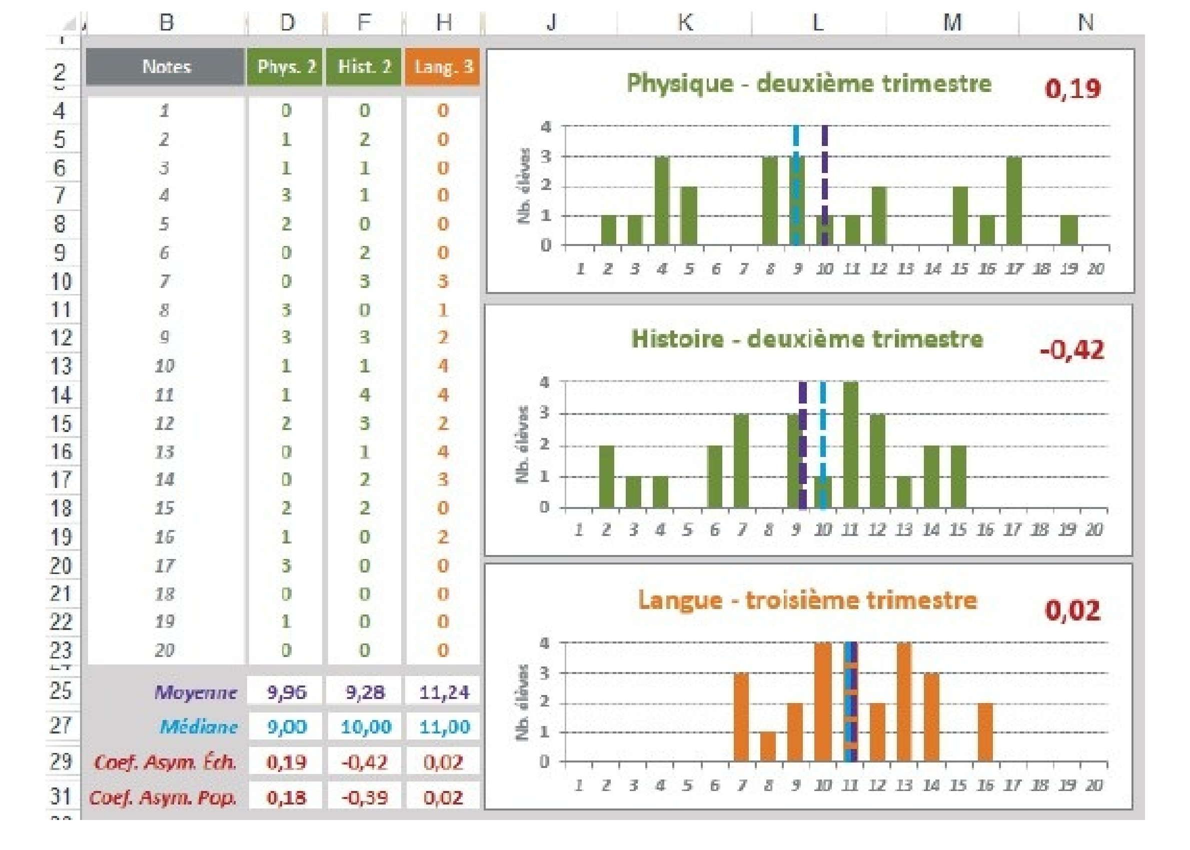
Lorsqu'on étudie la forme d'une distribution, outre sa dispersion, on s'intéresse également à son caractère plus ou moins symétrique et plus ou moins aplati. La fonction *COEFFICIENT.ASYMETRIE* proposée par Excel caractérise le degré d'asymétrie d'une distribution par rapport à sa moyenne. Excel 2013 propose une deuxième fonction *COEFFICIENT.ASYMETRIE.P* qui calcule la même chose que *COEFFICIENT.ASYMETRIE*, mais sur les données d'une population totale, alors qu'avec *COEFFICIENT.ASYMETRIE*, le calcul est effectué sur les données d'un échantillon.
Le coefficient d'aplatissement de Pearson ou Kurtosis, quant à lui, indique le degré d'aplatissement d'une distribution. Étant donné que la fonction *KURTOSIS* d'Excel fait référence à une loi normale, cette notion sera développée vers la fin du chapitre, quand la loi normale aura été présentée.

$$\frac{1}{(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-\overline{x}}{\sigma_é}\right)^3$$

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i-\overline{x}}{\sigma_p}\right)^3$$

Figure 13–14 La première formule renvoie le coefficient d'asymétrie d'une distribution à partir des données d'un échantillon. L'écart-type utilisé au dénominateur est un écart-type standard (calculé sur un échantillon). Le x surmonté d'une barre désigne la moyenne des valeurs. La seconde formule renvoie le coefficient d'asymétrie d'une distribution à partir des données d'une population totale. L'écart-type utilisé au dénominateur est un écart-type Pearson (calculé sur une population totale).

Une asymétrie positive traduit un décalage de la moyenne vers les plus grandes valeurs (la moyenne est supérieure à la médiane), alors qu'une asymétrie négative traduit la situation inverse (la moyenne est inférieure à la médiane). Lorsque le coefficient d'asymétrie est proche de zéro, moyenne et médiane sont confondues. La figure 13-15 illustre ces trois situations.



Notes	Phys. 2	Hist. 2	Lang. 3
1	0	0	0
2	1	2	0
3	1	1	0
4	3	1	0
5	2	0	0
6	0	2	0
7	0	3	3
8	3	0	1
9	3	3	2
10	1	1	4
11	1	4	4
12	2	3	2
13	0	1	4
14	0	2	3
15	2	2	0
16	1	0	2
17	3	0	0
18	0	0	0
19	1	0	0
20	0	0	0
Moyenne	9,96	9,28	11,24
Médiane	9,00	10,00	11,00
Coef. Asym. Éch.	0,19	-0,42	0,02
Coef. Asym. Pop.	0,18	-0,39	0,02

Figure 13–15 Les résultats en langues du troisième trimestre constituent une distribution presque symétrique. Au deuxième trimestre, les résultats de physique traduisent une asymétrie positive et ceux d'histoire, une asymétrie négative.

Pour construire les résultats de la figure 13-15, on a utilisé la fonction *NB.SI* dans la plage *D4:H23*, *MOYENNE* dans la plage *D25:H25*, *MEDIANE* dans la plage *D27:H27*, *COEFFICIENT.ASYMETRIE* dans la plage *D29:H29* et *COEFFICIENT.ASYMETRIE.P* (**nouveauté Excel 2013**) dans la plage *D31:H31*. Les valeurs utilisées sont toujours celles de la feuille `Notes`. On a utilisé le violet pour la moyenne et le bleu pour la médiane, couleurs reprises dans les graphiques. En rouge apparaît la valeur du coefficient d'asymétrie (*COEFFICIENT.ASYMETRIE*) de chacune des trois distributions.

Ordonner les valeurs

Dans les sections précédentes, pour ordonner les valeurs nous avons eu recours au tri. Or Excel fournit quatre fonctions rendant les mêmes services sans déplacer les données physiquement : *EQUATION.RANG*, *MOYENNE.RANG*, *RANG.POURCENTAGE.INCLURE* et *RANG.POURCENTAGE.EXCLURE*. Malgré de légères variantes quant à la nature de leurs résultats, toutes renvoient une valeur qui reflète la place de chaque individu dans la population totale.

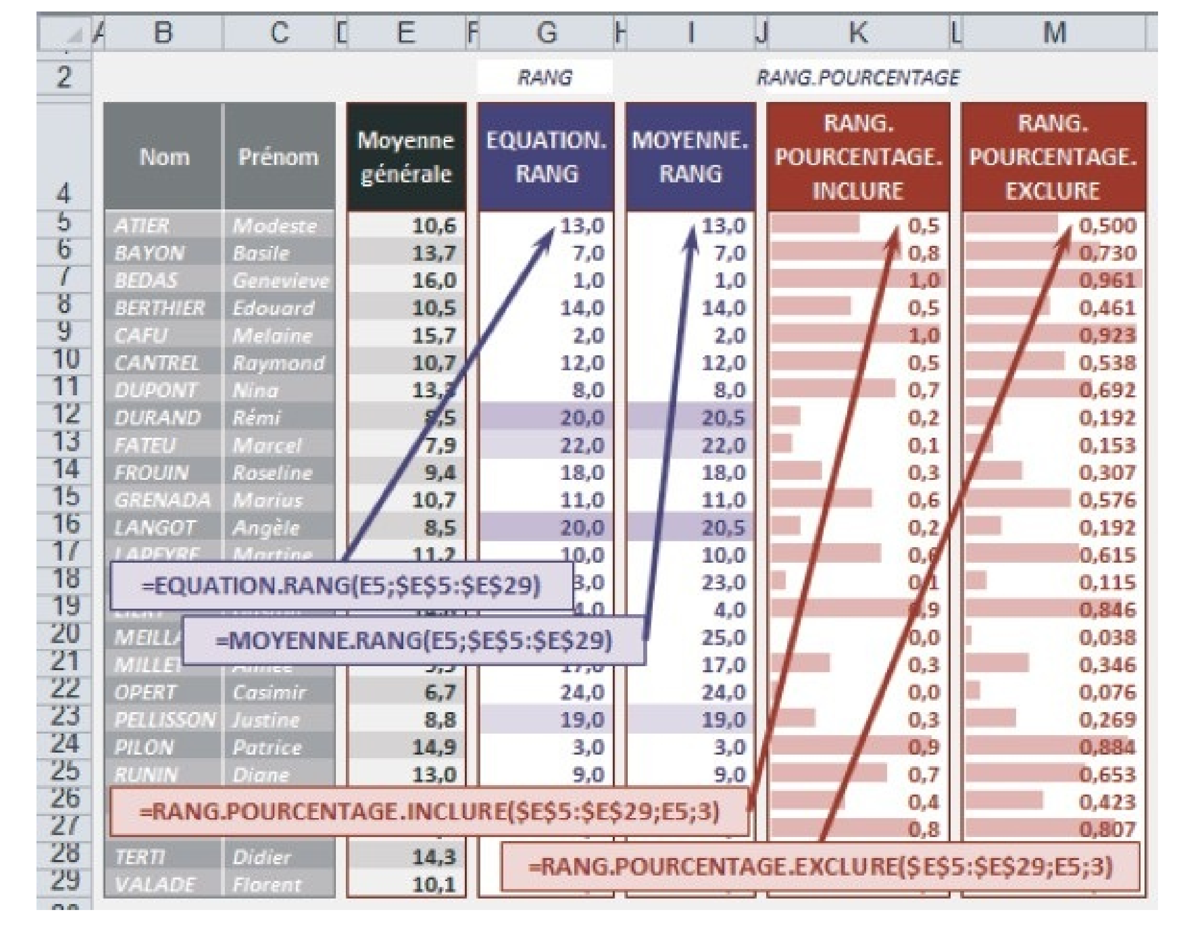


Figure 13–16 Les quatre cadres présentent la syntaxe des formules entrées en ligne 5. Elles ont ensuite été recopiées dans l'ensemble du tableau. En ligne 2, on trouve deux formes anciennes des fonctions conservées dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Tableau 13–4 Ordonner les valeurs

Fonction	Description
EQUATION.RANG et *MOYENNE.RANG*	Ces deux fonctions renvoient un nombre correspondant à la place de chaque individu dans la population totale. Si vous ne précisez pas le troisième argument, Excel attribue le rang `1` à la plus grande valeur. Si vous souhaitez qu'il inverse sa position, il faut saisir `VRAI` en troisième argument. Excel attribue alors le rang `1` à la plus petite valeur. La fonction *EQUATION.RANG* traite les ex-æquo. Deux élèves ont `8,5` de moyenne générale : la fonction renvoie deux fois la position `20`, puis passe directement à `22`. La fonction *MOYENNE.RANG* traite également les ex-æquo mais en opérant un lissage : elle renvoie donc deux fois la valeur `20,5`. Les trois rangs successifs sont donc : `19`, `20,5` et `22`, alors qu'avec *EQUATION.RANG*, ils sont `19`, `20` et `22`.
	La logique de ces deux fonctions est de ramener à `1` la plus grande valeur de la variable et à `0` la plus petite, puis d'exprimer toutes les autres proportionnellement en tenant compte de la valeur et de la position. Avec *RANG.POURCENTAGE.INCLURE*, la plus grande valeur correspond à `1` et la plus petite à `0`.

RANG.POURCENTAGE.INCLURE et *RANG.POURCENTAGE.EXCLURE*	*RANG.POURCENTAGE.EXCLURE* renvoie un nombre légèrement inférieur à `1` pour la plus grande valeur et légèrement supérieur à `0` pour la plus petite. Le dernier argument sert à régler la précision du résultat. En indiquant `3`, on obtient des nombres à trois décimales. Dans l'exemple présenté figure 13-16, c'est le cas, mais pour améliorer la lisibilité, on a appliqué un format de nombre qui réduit l'affichage à une décimale (pour la colonne *K*). En revanche, le format conditionnel qui calcule les barres proportionnelles aux résultats utilise les valeurs précises à trois décimales renvoyées par la fonction.

Liaison entre deux variables quantitatives

Grâce aux indices présentés dans la section précédente, nous avons pu approfondir, individuellement, notre connaissance des quinze variables quantitatives présentées figure 13-1. L'étape suivante consiste à chercher s'il existe une relation entre elles. Pour que cette recherche ait vraiment un intérêt, nous avons créé cinq nouvelles variables en considérant la moyenne annuelle par élève et par matière. Parallèlement à cela, nous avons récupéré les notes obtenues à l'examen blanc de fin d'année (voir la figure 13-17).

	A	B	X	Y	Z	AA	AB	AD	AE	AF	AG	AH
1			Moyenne 3 trimestres					Examen blanc				
2	Nom	Prénom	M	P	F	H	L	M	P	F	H	L
3	ATIER	Modeste	6,0	5,7	14,0	14,3	13,0	10	8	12	15	13
4	BAYON	Basile	18,0	16,0	12,3	10,7	11,7	16	16	10	12	12
5	BEDAS	Genevieve	18,3	18,3	14,3	14,7	14,3	19	17	11	14	14
6	BERTHIER	Edouard	10,7	9,7	11,0	11,0	10,3	12	11	10	13	11
7	CAFU	Melaine	18,3	17,0	13,5	14,0	14,5	16	18	13	16	14
8	CANTREL	Raymond	11,3	10,0	12,3	9,7	10,0	14	11	11	12	11
9	DUPONT	Nina	13,3	12,0	13,0	14,0	14,3	11	14	11	13	13
10	DURAND	Rémi	12,3	9,3	6,3	7,0	7,7	15	12	7	9	9
11	FATEU	Marcel	8,0	8,3	6,7	8,0	8,3	9	12	7	10	10
12	FROUIN	Roseline	3,7	5,5	14,0	12,3	10,0	5	11	12	13	11
13	GRENADA	Marius	11,3	11,7	10,7	10,3	9,7	11	14	15	11	12
14	LANGOT	Angèle	12,3	9,0	7,0	6,3	8,0	13	11	9	12	10
15	LAPEYRE	Martine	7,3	6,7	14,0	14,7	13,3	12	11	13	13	12
16	LEGRAND	Véronique	4,3	6,0	8,7	8,0	7,0	13	11	11	11	11
17	LIERT	Gaston	15,5	19,0	16,0	14,3	12,3	15	20	16	17	11
18	MEILLAC	Bernadette	4,5	5,3	6,0	6,7	7,0	8	11	5	11	10
19	MILLET	Aimée	13,0	13,3	8,0	7,7	7,3	11	14	7	11	11
20	OPERT	Casimir	6,3	6,0	8,0	6,7	6,3	9	11	7	11	9
21	PELLISSON	Justine	4,5	3,7	10,7	11,3	12,3	8	10	10	10	12
22	PILON	Patrice	12,7	16,7	16,0	15,0	14,0	12	18	15	16	14
23	RUNIN	Diane	16,3	14,0	10,5	11,5	11,7	17	13	10	14	12
24	TALAMON	Sylvain	18,7	17,0	3,0	6,0	6,7	19	16	6	10	9
25	TEROIN	Pascal	17,0	14,0	14,0	13,7	13,7	16	15	11	15	13
26	TERTI	Didier	14,3	14,0	16,3	14,0	13,0	13	13	15	17	12
27	VALADE	Florent	16,7	17,3	5,0	5,0	6,3	16	18	4	8	9

Figure 13–17 Dix nouvelles variables quantitatives (cinq examens blancs et cinq moyennes annuelles par matière). Ce tableau se trouve également sur la feuille Notes.

COMPRENDRE Expliquer graphiquement une variable A à partir d'une variable B

Vérifions dans quelle mesure la note obtenue à l'examen blanc s'explique par la moyenne annuelle.

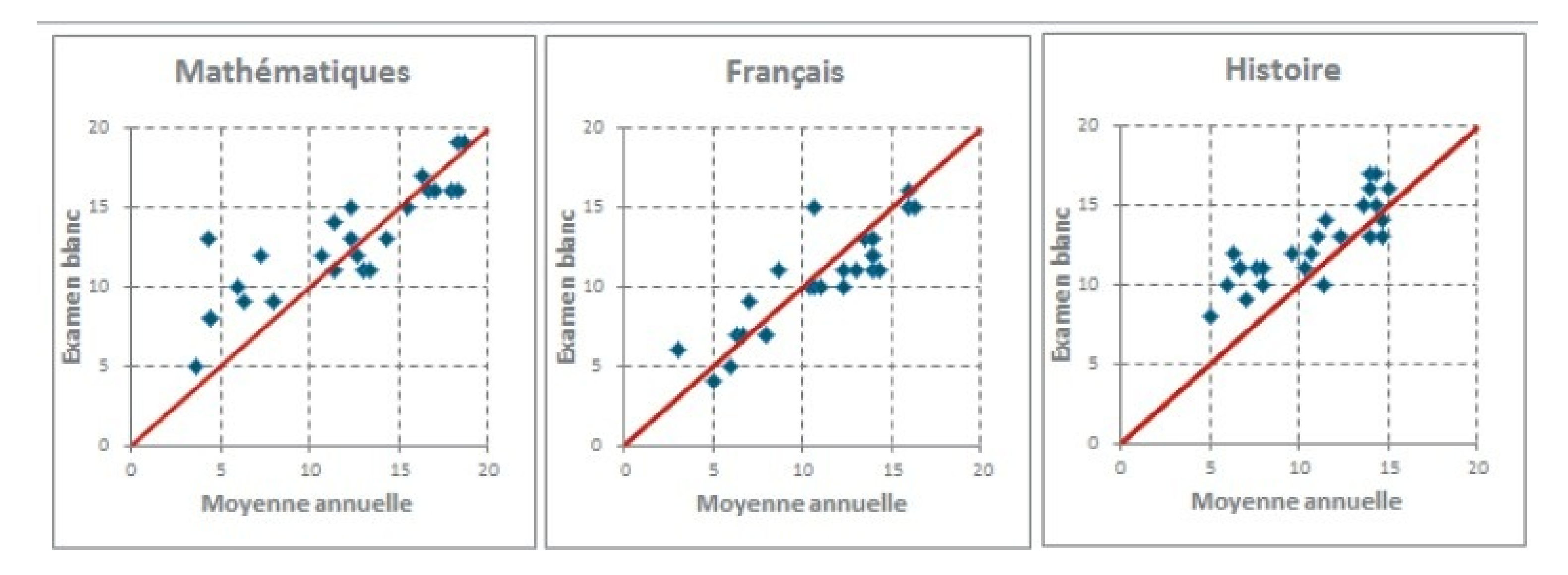


Figure 13–18 Ces trois graphiques en nuages de points appliqués aux mathématiques, au français et à l'histoire permettent de comparer assez précisément les valeurs du contrôle continu et celles de l'examen blanc.

Dans les trois graphiques de la figure 13-18, chaque point représente la performance d'un élève dans une des matières. Les points situés sous la bissectrice correspondent aux élèves qui ont mieux travaillé tout au long de l'année qu'à l'examen blanc, alors que ceux qui apparaissent au-dessus reflètent une meilleure performance à l'examen.
On constate qu'en français, les élèves ont eu tendance à rater leur examen blanc, alors qu'en histoire, les résultats ont été plutôt meilleurs que tout au long de l'année.

Utiliser le coefficient de corrélation

Le coefficient de corrélation est un indice numérique qui mesure la liaison entre deux variables. Un seul nombre résume forcément très mal une situation complexe. Néanmoins, le coefficient de corrélation fournit rapidement une valeur utile pour comparer plusieurs situations.

Qu'est-ce qu'un coefficient de corrélation ?

La figure 13-19 propose la définition du coefficient de corrélation (première formule). Comme cette dernière fait appel à la covariance, on en donne également la définition (deuxième formule). À l'image de la variance qui fait la somme des carrés des écarts à la moyenne divisé par le nombre d'individus, la covariance fait la somme des produits des écarts à la moyenne des deux variables, qu'elle divise par le nombre d'individus. Elle permet d'évaluer le sens de variation de deux variables et de qualifier leur indépendance. Une autre façon d'énoncer cette définition est de dire que le coefficient de corrélation est

le rapport de la somme des produits deux à deux des variables centrées réduites sur le nombre d'individus. Il s'agit donc d'un nombre compris entre `-1` et `1`. Calculé à partir des données centrées réduites, il est indépendant des moyennes et des écarts-types des deux variables.

$$\rho_{X,Y} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_X \, \sigma_Y}$$

$$Cov(X,Y) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})$$

Figure 13–19 Le coefficient de corrélation (ρ) est le rapport de la covariance des deux variables sur le produit de leurs écarts-types (Pearson).

COMPRENDRE Variable centrée réduite

Quatre des dix variables présentées figure 13-17 ont été soumises au même traitement. On a soustrait de chaque valeur la moyenne de la variable, puis on a divisé le résultat par l'écart-type (Pearson). Les valeurs ainsi obtenues définissent quatre nouvelles variables qualifiées de centrées réduites.

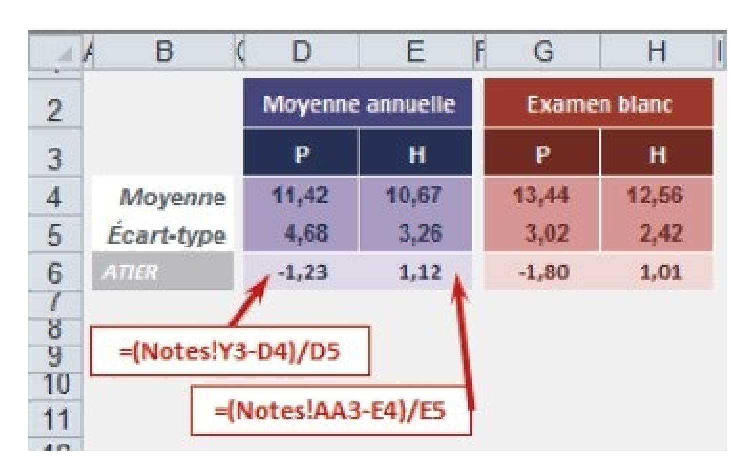
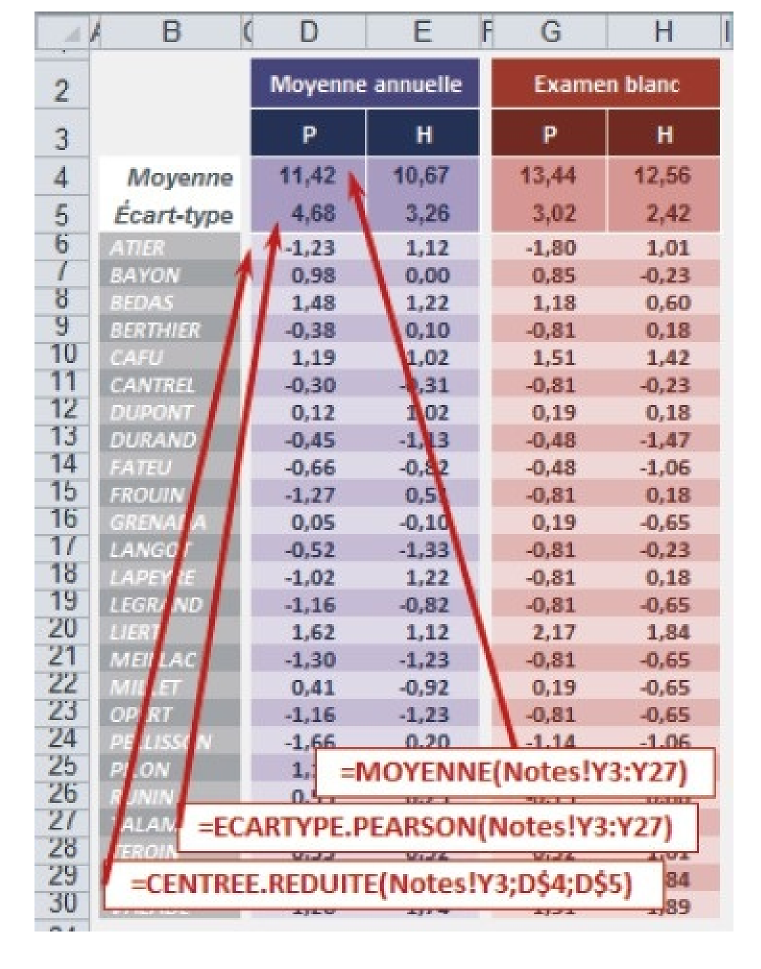


Figure 13–20 Détail du calcul, pour le premier élève de la liste, fournissant les premières valeurs des quatre variables centrées réduites.

Il se trouve qu'Excel fournit la fonction *CENTREE.REDUITE* qui renvoie directement ce résultat à partir de ses trois arguments (valeur, moyenne et écart-type). La figure 13-21 en donne une illustration. Ce tableau est situé sur une feuille nommée `CentrRed`.



	B	D	E	G	H
2		Moyenne annuelle		Examen blanc	
3		P	H	P	H
4	Moyenne	11,42	10,67	13,44	12,56
5	Écart-type	4,68	3,26	3,02	2,42
6	ATIER	-1,23	1,12	-1,80	1,01
7	BAYON	0,98	0,00	0,85	-0,23
8	BEDAS	1,48	1,22	1,18	0,60
9	BERTHIER	-0,38	0,10	-0,81	0,18
10	CAFU	1,19	1,02	1,51	1,42
11	CANTREL	-0,30	[illegible]	-0,81	-0,23
12	DUPONT	0,12	[illegible]	0,19	0,18
13	DURAND	-0,45	[illegible]	-0,48	-1,47
14	FATEU	-0,66	[illegible]	-0,48	-1,06
15	FROUIN	-1,27	[illegible]	-0,81	0,18
16	GRENA[illegible]A	0,05	-0,10	0,19	-0,65
17	LANGO[illegible]	-0,52	-1,33	-0,81	-0,23
18	LAPEY[illegible]E	-1,02	1,22	-0,81	0,18
19	LEGR[illegible]ND	-1,16	-0,82	-0,81	-0,65
20	LIERT[illegible]	1,62	1,12	2,17	1,84
21	MEI[illegible]LAC	-1,30	-1,23	-0,81	-0,65
22	MI[illegible]ET	0,41	-0,92	0,19	-0,65
23	OP[illegible]RT	-1,16	-1,23	-0,81	-0,65
24	PE[illegible]LISS[illegible]N	-1,66	0,20	-1,14	-1,06
25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
26	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
27	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
28	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
29	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Figure 13–21 Mise en œuvre de la fonction CENTREE.REDUITE pour transformer les valeurs des quatre variables étudiées (physique et histoire en moyenne annuelle et examen blanc).

Les variables centrées réduites présentent l'avantage d'être complètement indépendantes des unités de départ. Elles autorisent ainsi des comparaisons entre populations de natures diverses : on peut comparer les résultats d'une société avec ceux d'une filière, on peut rapprocher deux groupes d'individus différents, et ainsi de suite.

La moyenne d'une variable centrée réduite est égale à `0` et son écart-type est égal à `1`. Par conséquent, l'unité de mesure d'une variable centrée réduite est l'écart-type. Une note égale à `1` signifie qu'elle est située à un écart-type de la moyenne, une note égale à `2`, qu'elle est située à deux écarts-types, etc.

Calculer le coefficient de corrélation

Excel fournit la fonction *COEFFICIENT.CORRELATION* qui, à partir des données de deux variables, renvoie directement leur coefficient de corrélation. Cette fonction calcule ce coefficient à partir des valeurs brutes de chaque variable (vous n'avez pas besoin de calculer au préalable les deux variables centrées réduites correspondantes). Les cinq coefficients affichés dans la plage *D3:H3* de la figure 13-22 ont été obtenus ainsi (la fonction *COEFFICIENT.CORRELATION* utilise les données présentées figure 13-17).

	A	B	C	D	E	F	G	H
2				M	P	F	H	L
3		Coefficient de corrélation		0,87	0,92	0,88	0,84	0,91
4				=COEFFICIENT.CORRELATION(Notes!AD3:AD27;Notes!X3:X27)				

Figure 13–22 Mise en œuvre de la fonction COEFFICIENT.CORRELATION à partir des données stockées dans la feuille Notes (figure 13-17).

ALLER PLUS LOIN Diverses approches du coefficient de corrélation

Les diverses fonctions fournies par Excel permettent d'appréhender le coefficient de corrélation de plusieurs façons. Les calculs proposés ici s'appliquent aux notes obtenues en physique. Les deux variables étudiées sont donc la moyenne annuelle et les notes obtenues à l'examen blanc pour cette matière.

Dans la cellule *E8* de la figure 13-23, on a fait la somme des produits deux à deux des deux variables centrées réduites. Vous pouvez vérifier que le rapport de cette somme sur le nombre d'individus donne bien le même résultat que la fonction *COEFFICIENT.CORRELATION*.

Dans la plage *E14:E18*, on a appliqué la définition du coefficient de corrélation donnée figure 13-19. On a donc d'abord calculé la covariance à l'aide de la fonction *COVARIANCE.PEARSON*, puis l'écart-type des deux variables. Le rapport de la covariance sur le produit des deux écarts-types redonne bien le même résultat que la fonction *COEFFICIENT.CORRELATION*.



Diverses approches du coefficient de corrélation

Calculs sur les notes obtenues en physique

Première méthode de calcul

	C	E	G
8	Somme des produits deux à deux des variables centrées réduites	23,11	=SOMMEPROD(CentrRed!$D$6:$D$30; CentrRed!$G$6:$G$30)
9	Nombre d'individus	25,00	
10	Coefficient de corrélation	0,92	=E8/E9

Deuxième méthode de calcul

	C	E	G
14	Covariance des deux variables	13,06	=COVARIANCE.PEARSON (Notes!AE3:AE27;Notes!Y3:Y27)
15	Écart-type de la variable Examen blanc	3,02	=ECARTYPE.PEARSON(Notes!AE3:AE27)
16	Écart-type de la variable Moyenne annuelle	4,68	=ECARTYPE.PEARSON(Notes!Y3:Y27)
17	Produit des écart-types	14,12	=E15*E16
18	Coefficient de corrélation	0,92	=E14/E17

Compléments relatifs à la covariance

	C	E	G
23	Somme des produits deux à deux des écarts variable - Moyenne	326,38	{=SOMME((Notes!Y3:Y27 -MOYENNE(Notes!Y3:Y27))* (Notes!AE3:AE27 -MOYENNE(Notes!AE3:AE27)))}
25	Covariance Pearson	13,06	=E23/E9
27	Covariance standard	13,60	=COVARIANCE.STANDARD (Notes!AE3:AE27;Notes!Y3:Y27)
28	Covariance Standard	13,60	=E23/(E9-1)

Figure 13–23 Détail de quelques calculs pour mieux comprendre coefficient de corrélation et covariance. La colonne G affiche la syntaxe des formules entrées en E8:E28.

La définition de la covariance donnée figure 13-19 correspond à la fonction Excel *COVARIANCE.PEARSON* (au dénominateur du rapport figure le nombre d'individus). Or, précédemment, quand nous avions présenté variance et écart-type, nous avions fait allusion au fait qu'il existait deux couples de fonctions (*VAR.P.N* et *ECARTYPE.PEARSON* quand on travaille à partir des données d'une population et *VAR.S* et *ECARTYPE.STANDARD* quand on travaille à partir des données d'un échantillon). Cette nuance existe également avec la covariance, pour laquelle Excel fournit les fonctions *COVARIANCE.PEARSON* (`n` au dénominateur) et *COVARIANCE.STANDARD* (`n-1` au dénominateur). Les formules proposées dans la plage *E23:E28* détaillent les calculs correspondant à ces deux natures de covariances. Faites attention car la cellule *E23* contient une formule matricielle. Il faut donc la valider correctement (voir le chapitre 4).

En outre, Excel fournit une troisième fonction, *COVARIANCE*, qui est l'ancienne forme de la fonction *COVARIANCE.PEARSON*. Elle est conservée pour assurer la compatibilité avec les versions

antérieures.

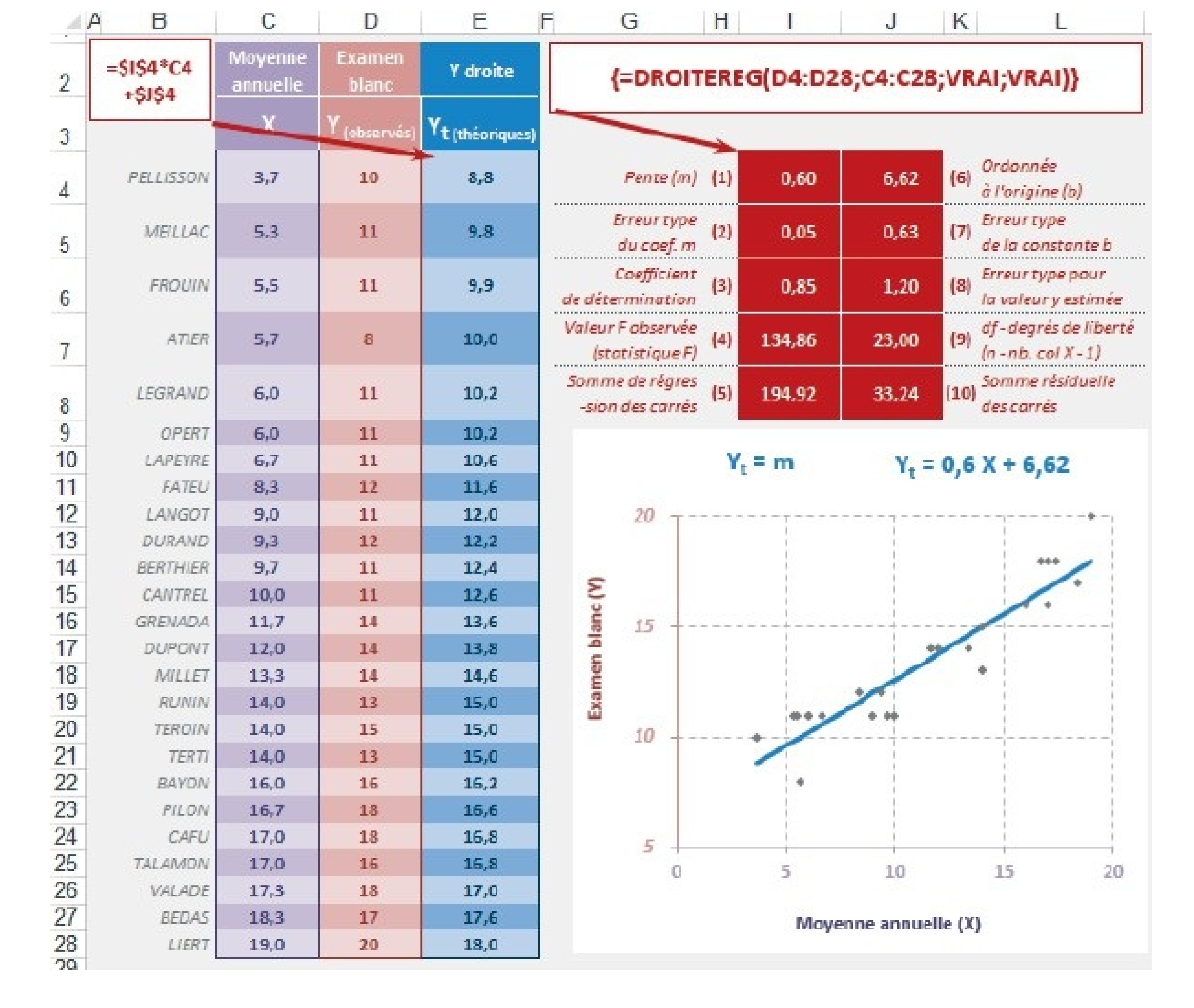
BON À SAVOIR Fonction PEARSON

Le coefficient de corrélation d'échantillonnage de Pearson donné par la fonction *PEARSON* renvoie exactement la même valeur que le coefficient de corrélation. L'algorithme qui définit le coefficient de Pearson est un rapport semblable dans lequel on aurait multiplié le numérateur et le dénominateur par `n` (le nombre d'observations).

Utiliser la régression

Vous avez sans doute remarqué que les graphiques présentés figure 13-18 montraient des nuages de points prenant des formes d'ellipses allongées ; il ne vous aura pas échappé non plus que les coefficients de corrélation calculés dans la section précédente sont tous assez proches de `1` (ils varient entre `0,84` et `0,92`). Ces deux observations laissent supposer que les variables `Moyenne annuelle` et `Examen blanc` sont assez étroitement liées. Si les points ne dessinaient pas de forme particulière et si les coefficients de corrélation étaient plus proches de zéro, nous pourrions émettre davantage de doutes sur cette éventuelle liaison.

Il n'est donc pas aberrant de chercher dans quelle mesure la note à l'examen blanc (`Y`) peut être expliquée par la moyenne annuelle (`X`) à travers une relation du type $Y_t = mX + b$. Il s'agit de l'équation de la droite de pente `m` et d'ordonnée à l'origine `b`. Comme c'est en physique que le coefficient de corrélation est le plus élevé, c'est pour cette matière que nous allons mettre en place la droite de régression représentée figure 13-24.



	Moyenne annuelle X	Examen blanc Y (observés)	Y droite Yt (théoriques)
PELLISSON	3,7	10	8,8
MEILLAC	5,3	11	9,8
FROUIN	5,5	11	9,9
ATIER	5,7	8	10,0
LEGRAND	6,0	11	10,2
OPERT	6,0	11	10,2
LAPEYRE	6,7	11	10,6
FATEU	8,3	12	11,6
LANGOT	9,0	11	12,0
DURAND	9,3	12	12,2
BERTHIER	9,7	11	12,4
CANTREL	10,0	11	12,6
GRENADA	11,7	14	13,6
DUPONT	12,0	14	13,8
MILLET	13,3	14	14,6
RUNIN	14,0	13	15,0
TEROIN	14,0	15	15,0
TERTI	14,0	13	15,0
BAYON	16,0	16	16,2
PILON	16,7	18	16,6
CAFU	17,0	18	16,8
TALAMON	17,0	16	16,8
VALADE	17,3	18	17,0
BEDAS	18,3	17	17,6
LIERT	19,0	20	18,0

		I	J		
Pente (m)	(1)	0,60	6,62	(6)	Ordonnée à l'origine (b)
Erreur type du coef. m	(2)	0,05	0,63	(7)	Erreur type de la constante b
Coefficient de détermination	(3)	0,85	1,20	(8)	Erreur type pour la valeur y estimée
Valeur F observée (statistique F)	(4)	134,86	23,00	(9)	df - degrés de liberté (n - nb. col X - 1)
Somme de régression des carrés	(5)	194,92	33,24	(10)	Somme résiduelle des carrés

Figure 13–24 La fonction DROITEREG renvoie une matrice de dix valeurs (I4:J8) qui permettent de définir l'équation de la droite de régression et d'en nuancer la représentativité.

Régression simple

On cherche la droite qui constituera la meilleure image stylisée du nuage de points gris représenté figure 13-24. Bien évidemment, à moins qu'en des circonstances exceptionnelles les points du nuage s'alignent parfaitement sur la droite, le résultat obtenu ne décrit qu'imparfaitement la réalité. La fonction *DROITEREG* utilisée ici pour définir les paramètres `m` et `b` de l'équation de la droite de régression renvoie donc toute une série de valeurs statistiques pour mesurer la pertinence de la modélisation obtenue.

À la figure 13-24, on a repris en colonnes *C* et *D* la moyenne annuelle et les résultats à l'examen blanc pour la physique. La fonction *DROITEREG* a ensuite été entrée dans la plage *I4:J8*. Comme elle renvoie plusieurs résultats simultanément, il s'agit d'une fonction matricielle qui doit être traitée comme telle, c'est-à-dire validée en pressant simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*, en ayant, préalablement à sa saisie, sélectionné la plage *I4:J8*.

Sa syntaxe est donnée dans le cadre situé dans le coin supérieur droit de la figure. Les deux premiers arguments précisent les plages occupées par les données des variables `Y` et `X`. Le troisième argument, s'il est égal à `FAUX`, indique que `b` doit être forcé à `0` (on cherche

alors une droite d'équation $Y_t = mX$). S'il est égal à VRAI ou omis, b est calculé « normalement ». Lorsque le quatrième argument est VRAI, toutes les valeurs statistiques sont renvoyées (il faut juste, avant la saisie de la fonction, avoir sélectionné une plage suffisamment grande pour qu'Excel ait la place de les afficher). Dans le cadre d'une régression simple, la fonction peut renvoyer jusqu'à dix valeurs. Leur rôle est indiqué de part et d'autre de la plage *I4:J8*.

Tableau 13–5 Résultats renvoyés par la fonction DROITEREG

Résultat	Utilisation
Pente (1) et ordonnée à l'origine (6)	Les deux premiers résultats retournés par la fonction sont la pente (0,6) et l'ordonnée à l'origine (6,62) de la droite de régression : $Y_t = 0,6\ X + 6,62$. Cette équation a été utilisée en colonne *E* pour trouver la variable *Y* « théorique » qui donne la valeur des points de la droite pour les x connus. La formule entrée en *E4* est indiquée en rouge dans le cadre blanc. Elle a ensuite été recopiée dans la plage *E5:E28*.
Coefficient de détermination (3)	Cet indice mesure la similitude entre les valeurs y estimées et les valeurs y réelles. Dans notre exemple, il est égal à 0,85. Il est équivalent au coefficient de corrélation élevé au carré.
Erreurs types (2), (7) et (8)	*DROITEREG* renvoie trois mesures d'erreur. L'erreur type pour la valeur y estimée (1,2 dans notre exemple) mesure le degré d'erreur dans la prévision de y à partir de x. Les deux autres résultats (Erreur type du coefficient m : 0,05 et Erreur type de la constante b : 0,63) mesurent la fiabilité des deux paramètres m et b qui participent à la construction de l'équation de la droite de régression.
Somme de régression des carrés (5) et somme résiduelle des carrés (10)	Ces deux valeurs peuvent être utilisées pour calculer le coefficient de détermination. La somme résiduelle des carrés correspond à la somme du carré des écarts entre la variable Y observée et la variable Y théorique. La somme de régression des carrés correspond à la différence entre la somme résiduelle des carrés et la somme totale des carrés (cette dernière étant égale au produit de la variance par le nombre d'individus).
Valeur F (4) et df, degrés de liberté (9)	Ces deux derniers paramètres (134,86 et 23) seront abordés dans la section traitant de la régression multiple.

COMPRENDRE Relations entre les divers résultats

DROITEREG renvoie un bloc de huit valeurs statistiques, mais quelques fonctions d'Excel permettent d'en obtenir certaines individuellement. Par ailleurs, il peut être intéressant de connaître les relations qui existent entre les divers résultats obtenus. La figure 13-25 présente les différentes méthodes disponibles pour obtenir les résultats donnés par la fonction *DROITEREG*, ainsi que les relations liant certains d'entre eux.

	B	C	D	E	G
2		Coefficient de corrélation		0,92	=COEFFICIENT.CORRELATION(Reg!D4:D28;Reg!C4:C28)
4	X	Moyenne		11,42	=MOYENNE(Reg!C4:C28)
5		Variance		21,86	=VAR.P.N(Reg!C4:C28)
6		Écart-type		4,68	=ECARTYPE.PEARSON(Reg!C4:C28)
8	Y	Moyenne		13,44	=MOYENNE(Reg!D4:D28)
9		Variance		9,13	=VAR.P.N(Reg!D4:D28)
10		Écart-type		3,02	=ECARTYPE.PEARSON(Reg!D4:D28)
12		Pente	(1)	0,60	=PENTE(Reg!D4:D28;Reg!C4:C28)
13				0,60	=E2*E10/E6
14				0,60	=COVARIANCE.PEARSON(Reg!C4:C28;Reg!D4:D28)/VAR.P.N(Reg!C4:C28)
16		Ordonnée à l'origine	(6)	6,62	=ORDONNEE.ORIGINE(Reg!D4:D28;Reg!C4:C28)
17				6,62	=E8-E12*E4
19		df (n - nb. col X - 1)	(9)	23,00	=25-1-1
21		Somme résid. des carrés	(10)	33,24	{=SOMME((Reg!D4:D28-Reg!E4:E28)^2)}
22		Somme totale des carrés		228,16	{=SOMME((Reg!D4:D28-$E$8)^2)}
23				228,16	=SOMME.CARRES.ECARTS(Reg!D4:D28)
25		Somme reg. des carrés	(5)	194,92	=E22-E21
27		Coefficient de détermination	(3)	0,85	=COEFFICIENT.DETERMINATION(Reg!D4:D28;Reg!C4:C28)
28				0,85	=E25/E22
29				0,85	=E12^2*E5/E9
30				0,85	=E2^2
32		Erreur type pour la valeur y estimée	(8)	1,20	=ERREUR.TYPE.XY(Reg!D4:D28;Reg!C4:C28)
33				1,20	=RACINE((1/23)*((E9*25)-((COVARIANCE.PEARSON(Reg!D4:D28;Reg!C4:C28)*25)^2/(E5*25))))
34				1,20	{=RACINE(SOMME((Reg!D4:D28-Reg!E4:E28)^2)/E19)}
36		Erreur type du coef. m	(2)	0,05	=RACINE((E34^2)/(25*E5))

Figure 13–25 Les formules de la plage G12:G36 fournissent individuellement certains résultats relatifs à la droite de régression. Les cellules E21, E22 et E34 contiennent des formules matricielles. Il faut donc les valider en pressant les touches Ctrl+Maj+Entrée.

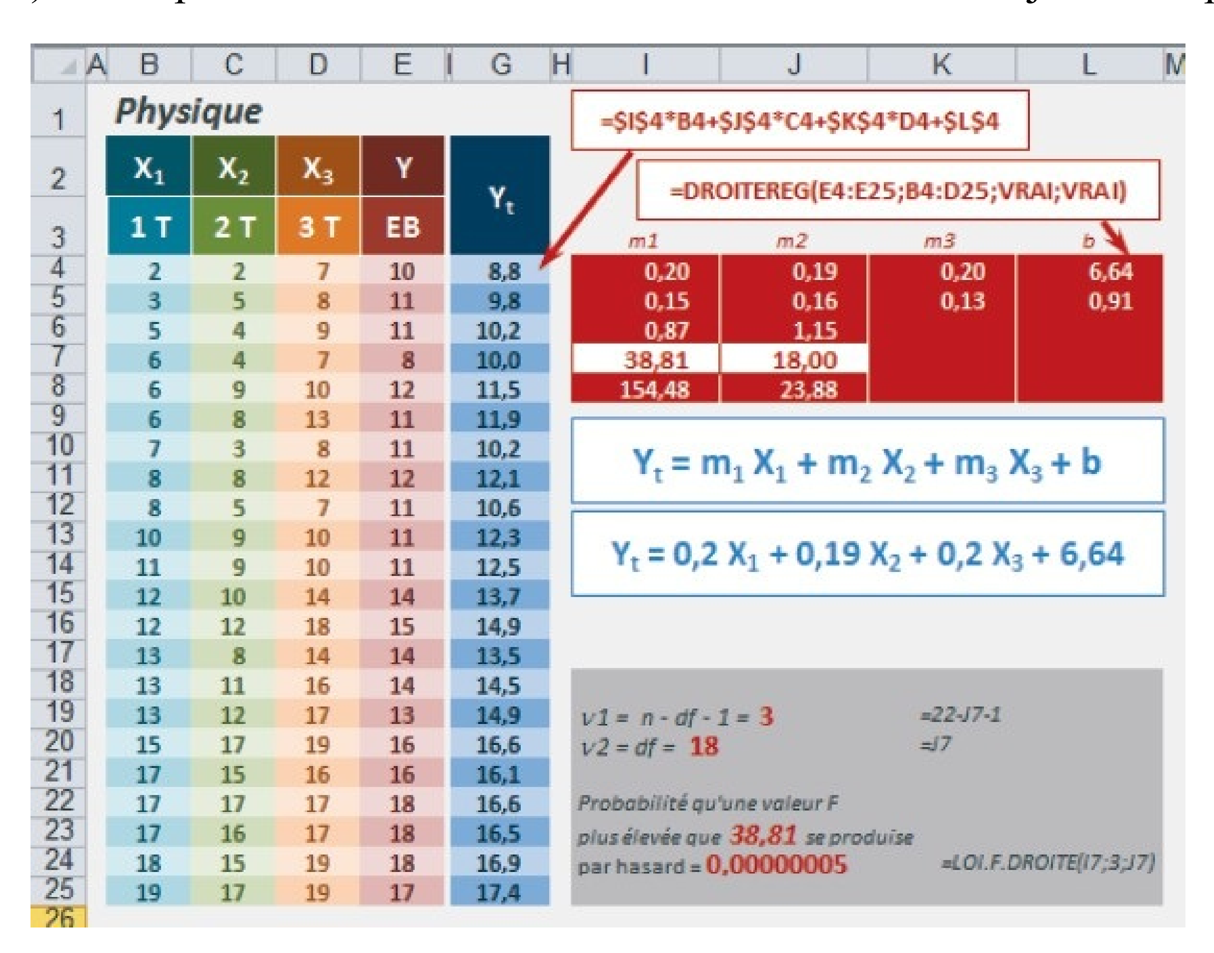
La syntaxe de toutes les formules entrées en *E2:E36* est donnée en colonne *G*.

- La plage *E12:E14* présente trois formules ayant pour résultat la pente de la droite de régression. Parmi elles, on trouve la fonction *PENTE* qui renvoie directement `0,6` à partir des valeurs des deux variables `Y` et `X`. La pente peut également être obtenue en faisant le produit du coefficient de corrélation par l'écart-type de `Y`, divisé par l'écart-type de `X`.
- La plage *E16:E17* contient deux formules donnant l'ordonnée à l'origine de la droite de régression. Parmi elles, la fonction *ORDONNEE.ORIGINE* renvoie directement `6,62` à partir des valeurs des deux variables `Y` et `X`.
- La plage *E21:E25* présente les trois résultats : `somme totale des carrés`, `somme résiduelle des carrés` et `somme de régression des carrés` déjà détaillés plus haut. Notons qu'Excel fournit la fonction *SOMME.CARRES.ECARTS* qui renvoie directement la somme totale des carrés.
- La plage *E27:E30* présente quatre formules pour obtenir le coefficient de détermination. Parmi elles, la fonction *COEFFICIENT.DETERMINATION* renvoie directement `0,85` à partir des valeurs des deux variables `Y` et `X`. La formule de la cellule *E30* permet de vérifier qu'il s'agit bien du coefficient de corrélation élevé au carré.
- La plage *E32:E34* donne trois méthodes pour obtenir l'`erreur type pour la valeur y estimée`. Parmi elles, la fonction *ERREUR.TYPE.XY* renvoie directement `1,2` à partir des valeurs des deux variables `Y` et `X`.
- La formule de la cellule *E36* montre comment l'`erreur type du coefficient m` peut être obtenue à partir de l'`erreur type pour la valeur y estimée` et la variance de `X`.

Régression multiple

Dans la section précédente, à travers l'équation `Yt = m X + b`, nous avons tenté d'expliquer une variable `Y` à partir d'une variable `X` unique.

Nous allons à nouveau mettre en œuvre la fonction *DROITEREG*, mais pour tenter cette fois-ci d'expliquer, à travers l'équation $Y_t = m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + b$, une variable `Y` (les notes obtenues à l'examen blanc) à partir de plusieurs variables `X` (les trois notes trimestrielles). Nous poursuivons notre étude en nous intéressant toujours à la physique.



Physique

X_1 1 T	X_2 2 T	X_3 3 T	Y EB	Y_t
2	2	7	10	8,8
3	5	8	11	9,8
5	4	9	11	10,2
6	4	7	8	10,0
6	9	10	12	11,5
6	8	13	11	11,9
7	3	8	11	10,2
8	8	12	12	12,1
8	5	7	11	10,6
10	9	10	11	12,3
11	9	10	11	12,5
12	10	14	14	13,7
12	12	18	15	14,9
13	8	14	14	13,5
13	11	16	14	14,5
13	12	17	13	14,9
15	17	19	16	16,6
17	15	16	16	16,1
17	17	17	18	16,6
17	16	17	18	16,5
18	15	19	18	16,9
19	17	19	17	17,4

m1	m2	m3	b
0,20	0,19	0,20	6,64
0,15	0,16	0,13	0,91
0,87	1,15		
38,81	18,00		
154,48	23,88		

Figure 13–26 La fonction DROITEREG renvoie une matrice de quatorze valeurs (I4:L8) qui définissent l'équation $Y_t = 0{,}2\ X_1 + 0{,}19\ X_2 + 0{,}2\ X_3 + 6{,}64$.

Les paramètres renvoyés répondent à la même logique que celle décrite pour la régression simple, mais ils sont adaptés à la régression multiple.

EN PRATIQUE Soigner la taille de la matrice

Avant d'entrer la fonction, il faut sélectionner une plage suffisante (*I4:L8*) pour qu'Excel ait la place d'afficher tous les résultats (le nombre de lignes reste inchangé, c'est le nombre de colonnes qui évolue). Avec trois variables `X`, il faut sélectionner quatre colonnes (trois pour renvoyer les coefficients m_1, m_2 et m_3 et la quatrième pour renvoyer la valeur de `b`). Sur la deuxième ligne de la matrice, la fonction renvoie également quatre erreurs types (trois s'appliquant aux coefficients m_1, m_2, m_3 et la quatrième concernant `b`). Les six autres cellules (*I6:J8*) affichent les mêmes paramètres que dans le cadre d'une régression simple. Les cellules *K6:L8* inutilisées par *DROITEREG* affichent

normalement des valeurs d'erreur `#N/A`, mais pour améliorer la lisibilité de la figure, on les a masquées avec une mise en forme conditionnelle. Si l'utilisateur ne sélectionne pas une matrice de taille suffisante, Excel ne renverra qu'une partie des résultats attendus.

Les deux paramètres `Valeur F observée` (*I7* = `38,81`) et `df` (*J7* = `18`) peuvent être utilisés pour tester la fiabilité du coefficient de détermination. Plus ce dernier est proche de `1`, plus la corrélation entre les variables `X` et la variable `Y` est forte et plus l'équation de régression peut être utilisée avec confiance pour prévoir une valeur `y` quelconque.

Dans notre exemple, le coefficient de détermination est égal à `0,87`. `0,87` étant assez proche de `1`, on est tenté de penser que l'équation trouvée peut fournir un bon modèle de prévision. Néanmoins, comme pour tout indicateur statistique, il est précieux de l'associer à une probabilité qui quantifiera le risque couru en faisant confiance au modèle. Les valeurs `F` et `df` sont là pour nous aider dans cette tâche.

La `Valeur F observée` renvoyée par *DROITEREG* est une valeur butoir à mettre en perspective avec la loi de Fisher pour évaluer la probabilité d'obtenir une valeur `F` supérieure par hasard. Pour rapprocher `38,81` des valeurs renvoyées par la loi de Fisher, vous pouvez vous reporter aux tables statistiques (qui, avec les degrés de liberté `3` et `18` et pour un risque assumé `α` égal à `5 %`, donnent la valeur `3,16`) ou utiliser la fonction Excel *LOI.F.DROITE* (voir la fin de ce chapitre sur les distributions théoriques).

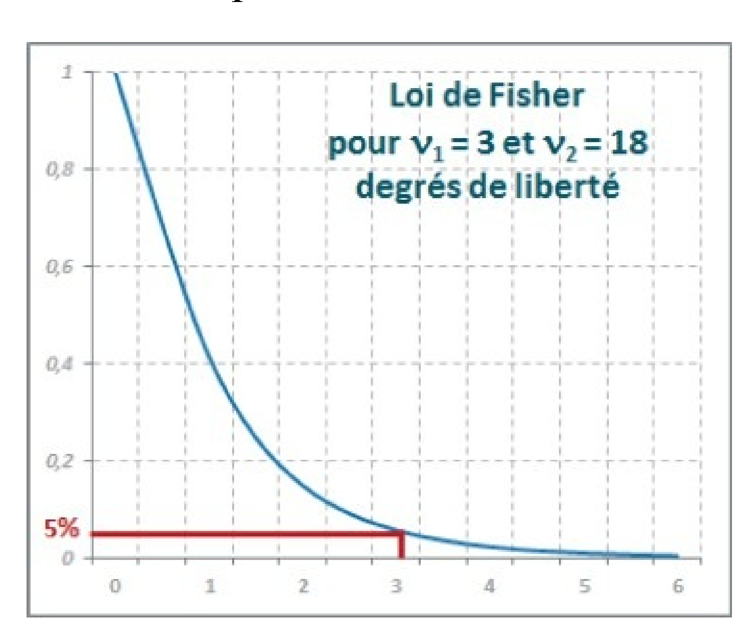


Figure 13–27 Pour tracer cette courbe, on a utilisé la fonction Excel LOI.F.DROITE avec $\nu_1 = 3$ et $\nu_2 = 18$ degrés de liberté. Toutes les valeurs de F supérieures à 3,16 correspondent à un coefficient significatif avec un risque d'erreur inférieur à 5 %.

COMPRENDRE Degrés de liberté

Le calcul de *LOI.F.DROITE* (loi de Fisher) s'effectue en fonction des degrés de liberté ν_1 et ν_2. Dans le cadre de l'étude des lois théoriques, nous reviendrons un peu plus loin sur la notion de degré de liberté. Pour l'instant, sachez simplement que la loi de Fisher prend en compte les deux paramètres

ν_1 et ν_2 pour renvoyer des valeurs différentes. Dans le cadre de notre droite de régression, les valeurs à retenir sont ν_1 = nb. Individus - df - 1 = 22 - 18 - 1 = 3 et ν_2 = df = 18.
df est calculé à partir du nombre d'observations (22 dans notre exemple, puisqu'on a supprimé les données des élèves pour lesquels il manquait une note trimestrielle), auquel on soustrait le nombre de variables X (3 dans notre exemple), puis 1. On a donc df = 22 - 3 - 1 = 18.

À la figure 13-27, on a matérialisé la limite correspondant au risque habituellement accepté de 5 %. Il correspond bien à ce que vous pouvez lire dans les tables statistiques, à savoir une valeur qui tourne autour de 3,16.

LOI.F.DROITE(38,81;3;18) renvoie 0,00000005 qui est une probabilité très faible (ce qui est cohérent avec le graphique puisque 38,81 se trouve bien au-delà de 6, dernière valeur représentée). Vous pouvez donc en conclure que « l'explication » de la note à l'examen blanc par les trois notes trimestrielles à travers l'équation $Y_t = 0{,}2\ X_1 + 0{,}19\ X_2 + 0{,}2\ X_3 + 6{,}64$ n'est pas sans fondement.

ALLER PLUS LOIN Fonction LOGREG

Si, au lieu de dessiner une droite, votre nuage de points suit une courbe exponentielle, vous obtiendrez une meilleure modélisation en utilisant la fonction *LOGREG*. Cette dernière renvoie la même matrice de paramètres que *DROITEREG* mais, dans ce cas, les coefficients décrivent l'équation affichée figure 13-28.

$$Y_t = b\, m_1^{X_1}\, m_2^{X_2} \ldots m_n^{X_n}$$

Figure 13–28 Équation de la courbe de régression construite à partir des valeurs renvoyées par la fonction LOGREG.

Les méthodes utilisées pour tester l'équation obtenue sont les mêmes que pour la fonction DROITEREG. Elles sont calquées sur le modèle linéaire suivant : $\ln(Y) = \ln(b) + X_1 \ln(m_1) + X_2 \ln(m_2) + \ldots + X_n \ln(m_n)$. Ainsi, les erreurs types renvoyées dans la deuxième ligne de la matrice résultat doivent être rapprochées de ln(m1), ln(m2), … ln(b) et non de m1, m2 ou b.

Faire des prévisions

La régression étudiée dans les sections précédentes permet de modéliser une variable à travers une équation. La plupart du temps, l'objectif de ce modèle est de faire des prévisions. Comme on l'a fait dans la plage *E4:E28* de la figure 13-24, il est possible d'appliquer l'équation à diverses valeurs de X pour obtenir toutes les valeurs Y théoriques souhaitées. Néanmoins, Excel propose une autre panoplie de fonctions capables de renvoyer directement ces valeurs théoriques.

À *DROITEREG* et *LOGREG* correspondent respectivement les fonctions *TENDANCE* et *CROISSANCE*. Il s'agit de fonctions matricielles qu'il convient de valider en pressant

simultanément les touches *Ctrl+Maj+Entrée*.

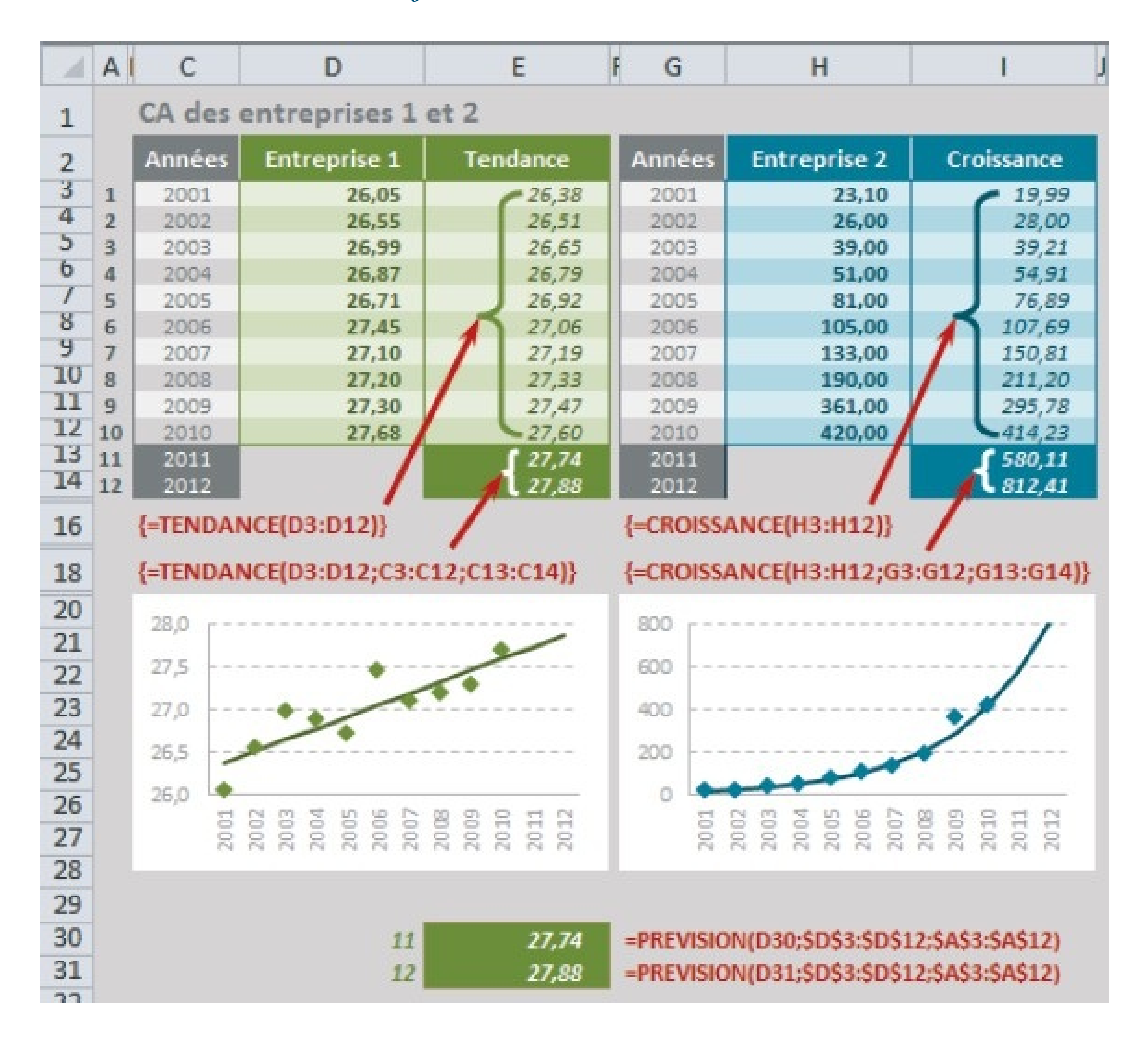


Figure 13–29 Les fonctions TENDANCE et CROISSANCE calculent des valeurs prévisionnelles à partir de trois matrices de données : les Y connus, les X connus et les X pour lesquels on souhaite la prévision.

Tableau 13–6 Faire des prévisions

Fonction	**Description**
TENDANCE et *PREVISION*	La plage *D3:D12* contient les chiffres d'affaires de l'entreprise 1 sur les dix dernières années. La fonction *TENDANCE* a été entrée une première fois dans la plage *E3:E12* pour calculer les valeurs `Y` théoriques correspondant à la droite de régression. Sa syntaxe apparaît en rouge sous le tableau. Elle a été entrée une deuxième fois dans la plage *E13:E14* en précisant les deuxième et troisième arguments qui désignent les valeurs de `X` connues et celles pour lesquelles on souhaite une prévision. Si vous souhaitez obtenir un seul `Y` prévisionnel, vous pouvez également utiliser la fonction *PREVISION* (plage *E30:E31* de la figure 13-29). Dans ce cas, il faut simplement veiller à ce que les valeurs de `X` soient exprimées sous la forme `1`, `2`, `3`, etc. (plage *A3:A14* de la figure 13-29). La syntaxe des fonctions est donnée en *G30* et *G31*.
	La plage *H3:H12* contient les chiffres d'affaires de l'entreprise 2 sur les dix dernières années. Sa croissance présentant un caractère exponentiel, c'est la fonction *CROISSANCE* qui semblait la mieux adaptée pour modéliser sa

CROISSANCE	distribution. Elle a été entrée deux fois, d'abord avec un argument dans la plage *I3:I12*, puis en précisant les deuxième et troisième arguments (les `x` connus et ceux pour lesquels on souhaite une prévision) dans la plage *I13:I14*.

Distributions théoriques

COMPRENDRE Fonction de densité

La figure 13-30 affiche six représentations des variables étudiées au début de ce chapitre. Pour chacune, on a tracé, à partir de l'histogramme, le polygone des fréquences qui donne une approximation continue de la variable.

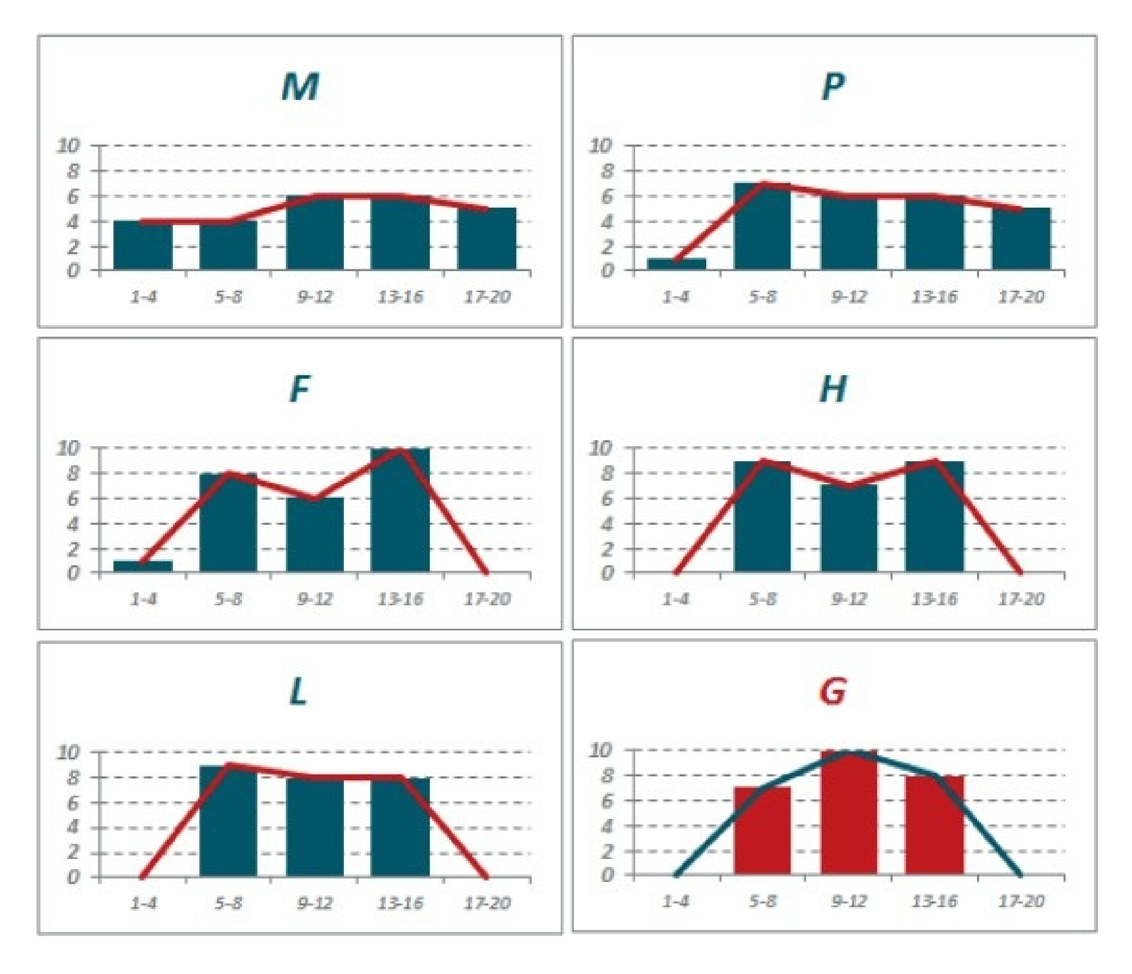


Figure 13–30 Représentation de la distribution des cinq variables « Moyenne par matière » et de la variable « Moyenne générale ».

En théorie, la distribution d'une variable continue est déterminée par une fonction réelle appelée fonction de densité. Cette dernière prend des valeurs positives dans l'intervalle associé à l'ensemble des modalités de la variable et des valeurs nulles ailleurs. La fonction de densité sert à calculer la proportion d'individus pour lesquels la variable prend une valeur entre deux nombres quelconques `a` et `b`.

Cette proportion est égale à l'aire située sous la courbe définie par la fonction de densité, entre les nombres `a` et `b`. L'ensemble des modalités de la variable (en théorie de -∞ à +∞ et en pratique, le vecteur pour lequel la variable est définie et non nulle) correspond à 100 % de la population. L'aire sous la courbe est donc égale à 1. La figure 13-31 illustre une forme possible de fonction de densité.

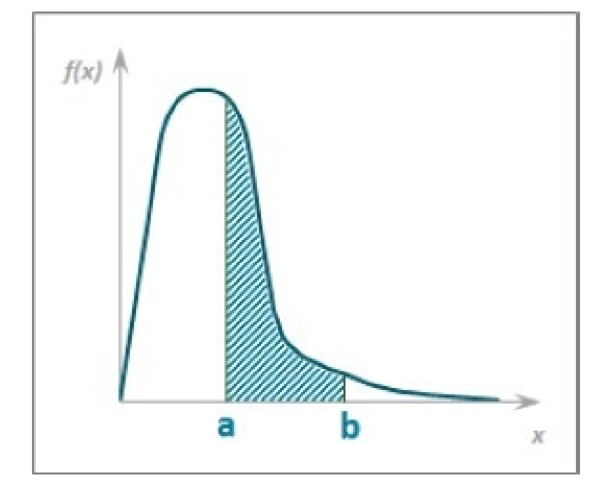


Figure 13–31 Forme possible d'une fonction de densité. L'aire hachurée de bleu représente la proportion d'individus pour lesquels la variable prend une valeur entre a et b.

Dans les sections précédentes, nous avons abordé les fonctions statistiques (moyennes, écarts-types, quartiles, etc.) servant à étudier de façon détaillée les variables quantitatives observées.

Pour de nombreuses raisons, il peut être utile de disposer de distributions théoriques. Ces dernières permettent de :

- caractériser une distribution observée en constatant qu'elle est très proche d'une distribution théorique de référence ;
- évaluer la vraisemblance d'hypothèses, en confrontant la distribution observée et la distribution théorique attendue ;
- calculer une probabilité approchée en utilisant une distribution théorique, jumelle de celle du phénomène observé (probabilités associées à un indicateur statistique).

Ces entités « magiques » sont proposées par la théorie des probabilités, dans laquelle la grandeur étudiée s'appelle variable aléatoire et la distribution associée s'appelle loi de la variable aléatoire. Excel propose une quarantaine de fonctions couvrant une douzaine de lois.

Variable aléatoire

Il s'agit d'une variable à partir de laquelle on peut déduire une distribution de fréquences probables (ou distribution de probabilités), par opposition à une variable statistique à partir de laquelle on établit des distributions de fréquences observées.
Tout comme pour une variable statistique, on peut calculer les caractéristiques de tendance centrale et de dispersion d'une variable aléatoire. Les plus usuelles sont la moyenne et la variance. La variance ne change pas de nom, mais la moyenne est appelée espérance, pour illustrer le fait qu'elle représente une moyenne possible et non une moyenne de valeurs observées.

Lois de probabilités discrètes

Les variables discrètes prennent un nombre fini de valeurs différentes. La distribution d'une variable discrète observée est caractérisée par le pourcentage d'individus associé à chaque modalité. Avec une variable discrète aléatoire, ces pourcentages sont remplacés par des probabilités : nombres compris entre `0` et `1` et dont la somme vaut `1`.

Loi binomiale

La loi binomiale est la variable aléatoire discrète la plus utilisée en statistiques.

La loi binomiale modélise ce que l'on appelle un tirage « avec remise » par opposition au tirage « sans remise ». Son espérance est égale à `np`. Dans l'exemple présenté figure 13-33, on a bien `4 × 0,5 = 2` qui correspond au calcul obtenu cellule *H22* (syntaxe de la formule en *J22*). Sa variance est égale à `npq`. Dans l'exemple présenté figure 13-33, on a bien `4 × 0,5 × 0,5 = 1` qui correspond au calcul obtenu cellule *H23* (syntaxe de la formule en *J23*).

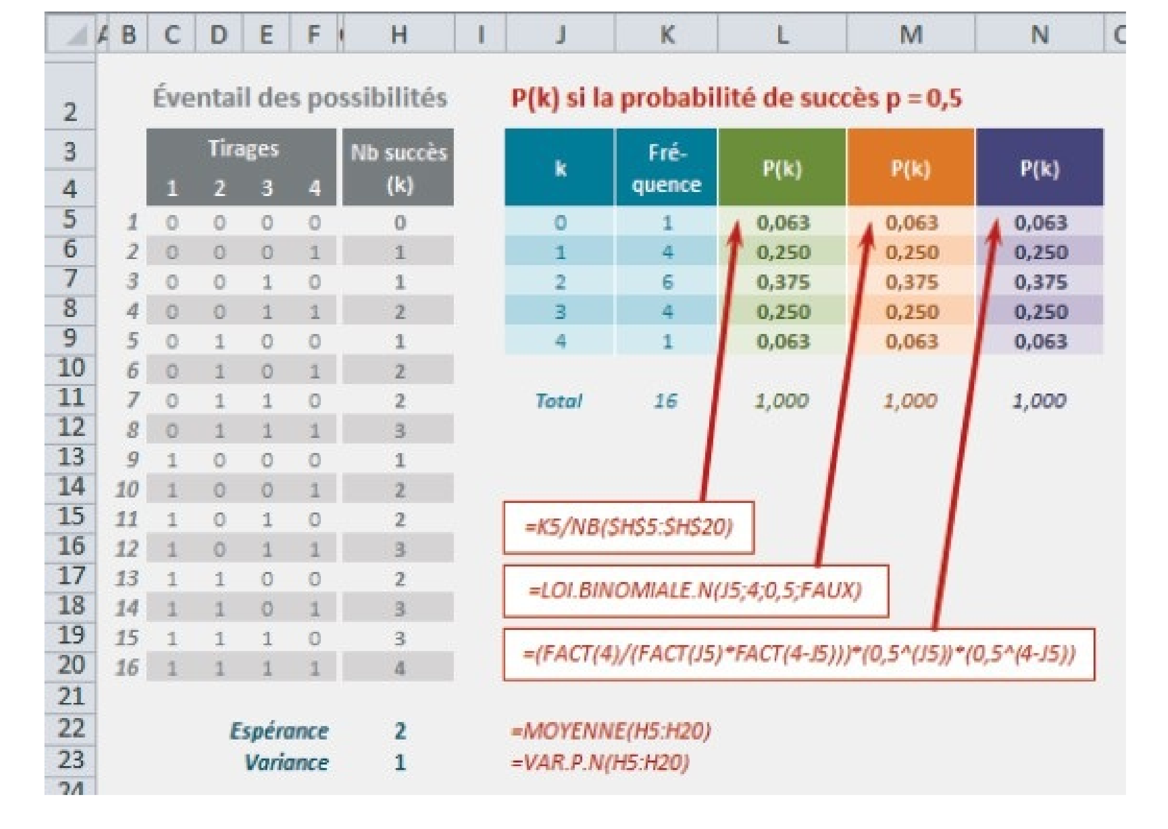
COMPRENDRE Les fondements de cette loi

Une expérience aléatoire est dite épreuve de Bernoulli si l'ensemble de ses résultats peut se résumer à deux états portant le nom de succès et d'échec (lancer de pièce, réponse ou non-réponse à un questionnaire, etc.). À partir de la probabilité de succès, notée `p`, on déduit la probabilité d'échec, `q = 1 - p`. Prenons l'exemple d'une pièce de monnaie jetée en l'air `n` fois. Elle va retomber `k` fois du côté face (que l'on considère arbitrairement comme `k` succès) et `n - k` fois du côté pile (`n - k` échecs).
La loi binomiale est parfaitement adaptée à ce genre de problématique. Elle donne la probabilité d'obtenir `k` succès, en d'autres termes de connaître `P(k)`. Les règles mathématiques de calcul des probabilités aboutissent à la formule exprimée figure 13-32.

$$P(k) = \frac{n!}{k!\,(n-k)!}p^k(1-p)^{n-k}$$

Figure 13–32 On appelle loi binomiale l'ensemble des valeurs de P(k). En réalité, cette formule définit plutôt une famille de lois, chacune étant déterminée par une valeur de n et de p.

Pour mieux comprendre le lien entre les épreuves de Bernoulli et cette formule, voici un exemple concret. Considérons une pièce de monnaie parfaitement équilibrée, c'est-à-dire ayant une probabilité `p = 0,5` de tomber du côté face et, donc, une probabilité `q = 1 - p = 0,5` de tomber du côté pile. Imaginons maintenant quatre lancers successifs de cette pièce et considérons tous les résultats possibles. Le tableau gris situé à gauche de la figure 13-33 liste les 16 situations envisageables. En colonne *C*, on a indiqué les résultats du premier lancer, en colonne *D*, les résultats du second lancer et ainsi de suite. La valeur `1` symbolise le côté face et `0` le côté pile. En colonne *H*, on a simplement dénombré le nombre de fois où le côté face a été obtenu, c'est-à-dire `k`, le nombre de succès.



Éventail des possibilités

	Tirages 1	2	3	4	Nb succès (k)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1
3	0	0	1	0	1
4	0	0	1	1	2
5	0	1	0	0	1
6	0	1	0	1	2
7	0	1	1	0	2
8	0	1	1	1	3
9	1	0	0	0	1
10	1	0	0	1	2
11	1	0	1	0	2
12	1	0	1	1	3
13	1	1	0	0	2
14	1	1	0	1	3
15	1	1	1	0	3
16	1	1	1	1	4
				Espérance	2
				Variance	1

P(k) si la probabilité de succès p = 0,5

k	Fré-quence	P(k)	P(k)	P(k)
0	1	0,063	0,063	0,063
1	4	0,250	0,250	0,250
2	6	0,375	0,375	0,375
3	4	0,250	0,250	0,250
4	1	0,063	0,063	0,063
Total	16	1,000	1,000	1,000

Figure 13–33 Approche concrète de la loi binomiale à travers l'exemple de quatre lancers successifs d'une pièce de monnaie.

Dans le tableau de droite, on a listé en colonne *J* toutes les valeurs possibles de `k`. Ces dernières vont de `0` (4 fois côté pile) à `4` (4 fois côté face). En colonne *K*, on a calculé les fréquences obtenues dans le tableau gris pour chaque valeur de `k`. En colonne *L*, on a simplement fait le rapport entre ces fréquences et le nombre total de situations possibles, ce qui donne la probabilité d'obtenir chaque valeur de `k`, c'est-à-dire `P(k)`. Dans les colonnes suivantes (*M* et *N*), on a appliqué la fonction Excel *LOI.BINOMIALE.N* et l'algorithme qui la sous-tend (figure 13-32) afin de vérifier que les trois méthodes de calcul renvoyaient bien la même probabilité.

Il faut bien entendu insister sur le fait que ces chiffres supposent que la pièce est parfaitement équilibrée (`p = 0,5`). Dans le cas inverse, il faudrait utiliser une autre valeur de `p`. Si la pièce était déséquilibrée du côté pile, il faudrait utiliser une valeur `p < 0,5` et, dans le cas inverse, une valeur `p > 0,5`.

Plus `n` est grand et plus le calcul de `P(k)` est lourd. Généralement, au-delà d'un certain seuil (dès que `np > 5` et `nq > 5`) on fait appel à la loi normale de même moyenne (`np`) et même variance (`npq`). Lorsque `p` est très petit (`p < 0,1`), on utilise la loi de Poisson qui dépend d'un paramètre unique noté `λ`, réel strictement positif (`λ = np`).

OUPS Combinaisons, arrangements, permutations

Ce petit aparté concerne le classement un peu étrange de certaines fonctions dans Excel 2010 et Excel 2013. Dans le chapitre 12, nous avions présenté les fonctions *COMBIN* et *COMBINA*, toutes deux rangées dans les fonctions Mathématiques ! La fonction *COMBIN* s'appuie sur l'algorithme `n! / (k! (n - k)!)` (combinaison de `k` éléments dans `n`) qui correspond bien au début de la formule affichée figure 13-32.

Dans le cadre de la présentation de cette fonction, nous avions évoqué la notion d'arrangements qui calcule la même chose que la fonction *COMBIN*, mais en tenant compte de l'ordre des `k` éléments, l'algorithme devenant alors `n! / (n - k)!`. Or, Excel offre (mais cette fois-ci dans la catégorie Statistiques !) la fonction *PERMUTATION* qui s'appuie sur cet algorithme. Sous Excel 2013, vous bénéficiez en plus de la fonction *PERMUTATIONA* qui renvoie les arrangements de `k` éléments dans `n`, mais avec répétitions, selon l'algorithme n^k.

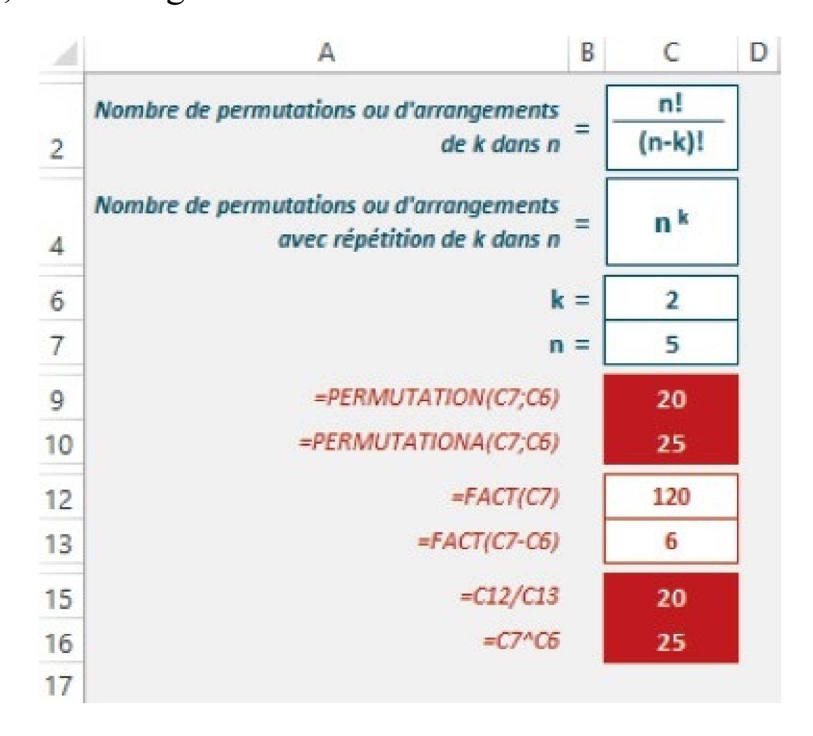
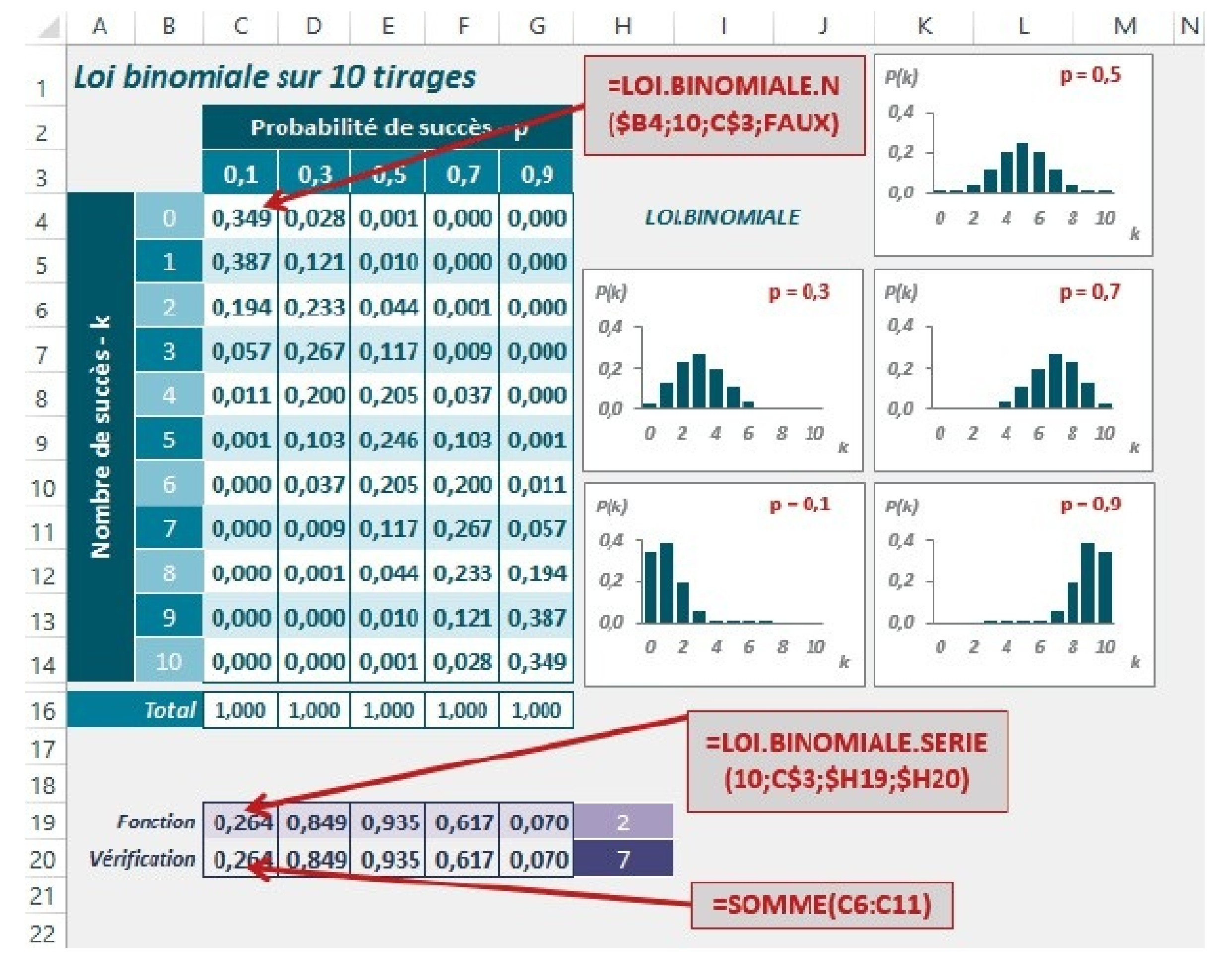


Figure 13–34 Mise en œuvre des fonctions PERMUTATION et PERMUTATIONA (pour ceux qui ont Excel 2013). La syntaxe des formules entrées en C9:C16 est présentée en A9:A16.



Loi binomiale sur 10 tirages

Nombre de succès - k	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
0	0,349	0,028	0,001	0,000	0,000
1	0,387	0,121	0,010	0,000	0,000
2	0,194	0,233	0,044	0,001	0,000
3	0,057	0,267	0,117	0,009	0,000
4	0,011	0,200	0,205	0,037	0,000
5	0,001	0,103	0,246	0,103	0,001
6	0,000	0,037	0,205	0,200	0,011
7	0,000	0,009	0,117	0,267	0,057
8	0,000	0,001	0,044	0,233	0,194
9	0,000	0,000	0,010	0,121	0,387
10	0,000	0,000	0,001	0,028	0,349
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fonction	0,264	0,849	0,935	0,617	0,070	2
Vérification	0,264	0,849	0,935	0,617	0,070	7

Figure 13–35 Mise en œuvre de la fonction LOI.BINOMIALE.N. Si vous travaillez sous Excel 2013, vous disposez d'une nouvelle fonction, LOI.BINOMIALE.SERIE.

Tableau 13–7 Loi binomiale

Fonction	**Description**
LOI.BINOMIALE.N	La plage *C4:G14* de la figure 13-35 donne un exemple d'utilisation de la fonction *LOI.BINOMIALE.N* pour `n = 10` et `p = 0,1, p = 0,3, p = 0,5, p = 0,7` et `p = 0,9`. Les cinq représentations graphiques correspondantes apparaissent juste à côté. *LOI.BINOMIALE* indiquée en italique est l'ancienne forme de la fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
LOI.BINOMIALE.SERIE	Utilisée avec seulement ses trois premiers arguments, cette fonction renvoie exactement les mêmes résultats que la fonction *LOI.BINOMIALE.N*. Si vous précisez le quatrième argument, vous définissez une fourchette de succès dont vous cherchez la probabilité. Dans la figure 13-35, cette fonction est testée en ligne *19*, avec `2` et `7` comme troisième et quatrième arguments. La fonction entrée en ligne *20* montre que calculer une probabilité à l'aide de *LOI.BINOMIALE.SERIE* revient à faire une somme des probabilités renvoyées par *LOI.BINOMIALE.N*. Dans l'exemple proposé figure 13-35, on constate que la probabilité retournée par la fonction *LOI.BINOMIALE.SERIE* pour la fourchette `[2,7]` correspond bien à la somme des probabiltés (renvoyées par *LOI.BINOMIALE.N*) d'avoir 2, 3, 4, 5, 6 ou 7 succès. **Nouveauté Excel 2013**.

LOI.BINOMIALE.NEG.N	La plage *E4:G13* de la figure 13-36 propose une application de la fonction *LOI.BINOMIALE.NEG.N* pour `p = 0,3`, `p = 0,5` et `p = 0,7`. Cette fonction renvoie la probabilité de passer par `m` échecs avant d'obtenir `k` succès. *LOI.BINOMIALE.NEG* indiquée en italique est l'ancienne forme de la fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

	A	B	C	D	E	F	G
1	=LOI.BINOMIALE.NEG.N ($B4;$D4;E$3;FAUX)						
2					Probabilité de succès - p		
3	LOI.BINOMIALE.NEG				0,3	0,5	0,7
4	Nombre d'échecs - m	9	Nombre de succès - k	1	0,012	0,001	0,000
5		8		2	0,047	0,009	0,000
6		7		3	0,080	0,035	0,003
7		6		4	0,080	0,082	0,015
8		5		5	0,051	0,123	0,051
9		4		6	0,022	0,123	0,120
10		3		7	0,006	0,082	0,187
11		2		8	0,001	0,035	0,187
12		1		9	0,000	0,009	0,109
13		0		10	0,000	0,001	0,028
15				Total	0,300	0,500	0,700

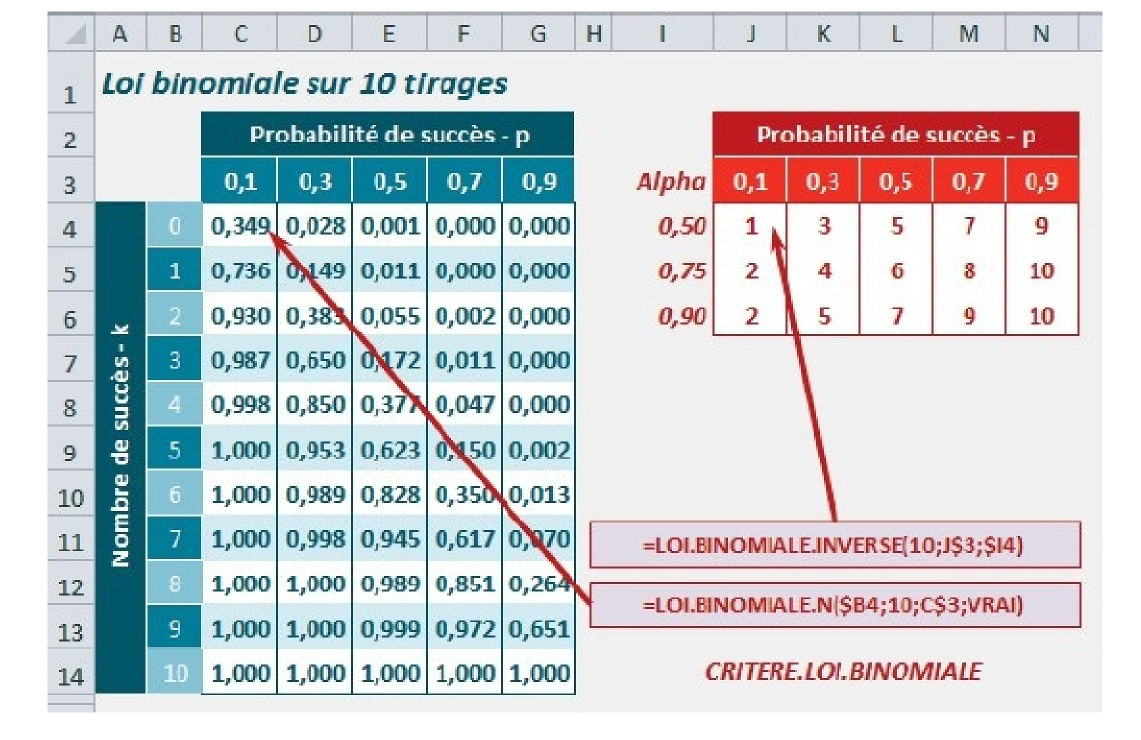
Figure 13–36 Mise en œuvre de la fonction LOI.BINOMIALE.NEG.N. Cette fonction applique la formule indiquée figure 13-37.

$$P(k) = \frac{(k+m-1)!}{(k-1)!\,m!}\,p^k(1-p)^m$$

Figure 13–37 Formule définissant la fonction LOI.BINOMIALE.NEG.N. Ici, k représente toujours le nombre de succès et m, le nombre d'échecs.

Tableau 13–8 Loi binomiale

Fonction	Description
LOI.BINOMIALE.INVERSE	La fonction *LOI.BINOMIALE.INVERSE* renvoie la plus petite valeur de `k` pour laquelle la distribution binomiale cumulée est supérieure ou égale à un critère (`alpha`). La plage *C4:G14* de la figure 13-38 accueille à nouveau la fonction *LOI.BINOMIALE.N*, mais cette fois-ci, elle affiche les probabilités cumulées. La plage *J4:N6* affiche plusieurs résultats possibles de la fonction *LOI.BINOMIALE.INVERSE*, toujours pour `10` tirages, `5` probabilités de succès différentes et `3` valeurs `alpha`. `CRITERE.LOI.BINOMIALE` est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.



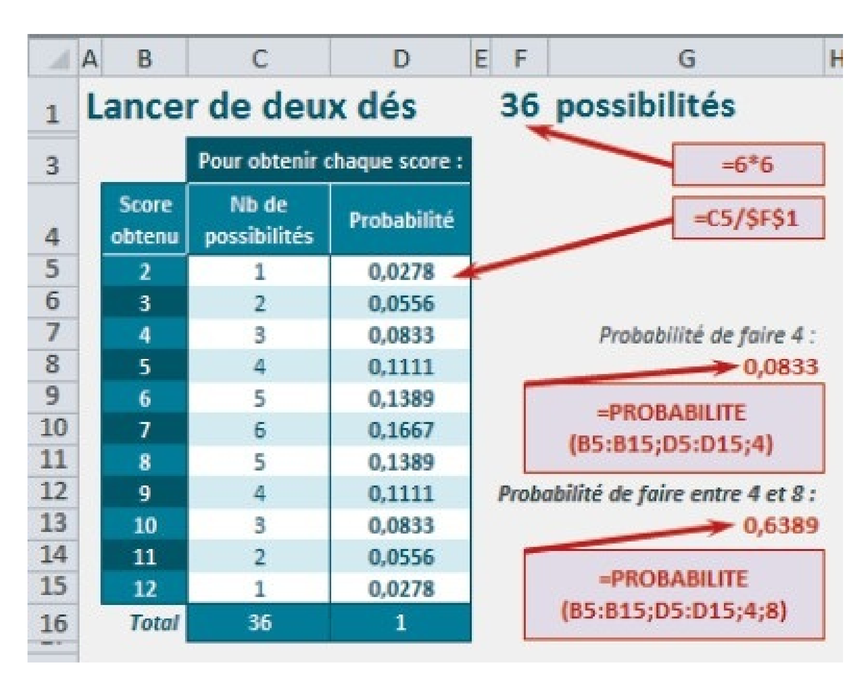
Nombre de succès - k	Probabilité de succès - p : 0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
0	0,349	0,028	0,001	0,000	0,000
1	0,736	0,149	0,011	0,000	0,000
2	0,930	0,383	0,055	0,002	0,000
3	0,987	0,650	0,172	0,011	0,000
4	0,998	0,850	0,377	0,047	0,000
5	1,000	0,953	0,623	0,150	0,002
6	1,000	0,989	0,828	0,350	0,013
7	1,000	0,998	0,945	0,617	0,070
8	1,000	1,000	0,989	0,851	0,264
9	1,000	1,000	0,999	0,972	0,651
10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Alpha	Probabilité de succès - p : 0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
0,50	1	3	5	7	9
0,75	2	4	6	8	10
0,90	2	5	7	9	10

Figure 13–38 Mise en œuvre de la fonction LOI.BINOMIALE.INVERSE.

PRATIQUE Fonction PROBABILITE

À partir du moment où vous avez réuni dans un tableau les modalités d'une variable et les probabilités correspondantes, vous pouvez utiliser la fonction *PROBABILITE* pour renvoyer la probabilité d'une modalité ou d'une classe de modalités.



Score obtenu	Pour obtenir chaque score : Nb de possibilités	Probabilité
2	1	0,0278
3	2	0,0556
4	3	0,0833
5	4	0,1111
6	5	0,1389
7	6	0,1667
8	5	0,1389
9	4	0,1111
10	3	0,0833
11	2	0,0556
12	1	0,0278
Total	36	1

Figure 13-39 Mise en œuvre de la fonction PROBABILITE.

L'exemple utilisé pour illustrer cette fonction est une variable qui associe l'ensemble des scores qu'il est possible d'obtenir en lançant deux dés (`11` entiers compris entre `2` et `12`) avec la probabilité associée à chaque modalité. On part du principe que les dés ne sont pas pipés. On a donc une probabilité de `1/6` d'obtenir chaque face. Le nombre total de lancers possibles est donné par le produit entré en *F1* (`= 6 × 6`).

La probabilité d'obtenir `2` est renvoyée par la formule entrée en *D5*. Sa syntaxe est indiquée en rouge dans le cadre gris. La plage *C5:C15* donne, pour chaque score, le total des combinaisons permettant de l'obtenir. La formule *D5* a été recopiée dans la plage *D6:D15*.
Les cellules *G8* et *G13* donnent respectivement la probabilité d'obtenir `4` et celle d'obtenir un score compris entre `4` et `8` (cumul des cellules *D7:D11*). La syntaxe des formules correspondantes apparaît dans les cadres gris.

Loi hypergéométrique

Contrairement à la loi binomiale, la loi hypergéométrique modélise des tirages « sans remise ».

COMPRENDRE Tirages avec ou sans remise

Pour comprendre l'importance de cette notion de remise, prenons un cas concret. Imaginons un lycée réunissant 1 000 élèves (750 filles et 250 garçons). À partir de la population totale de ce lycée, on souhaite obtenir un échantillon de 10 individus réunissant 5 garçons. Quelle est la probabilité de réussir la construction de cet échantillon dans les proportions souhaitées ?
Il s'agit bien d'un tirage sans remise, car une fois un individu choisi, on ne peut pas le choisir une nouvelle fois. Si l'on représente les trois premières étapes de la construction de cet échantillon, on obtient la figure 13-40.

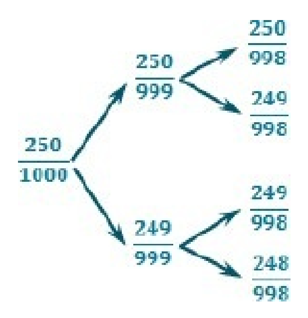


Figure 13–40 Probabilité de tirer un garçon dans les étapes 1 à 3 de la construction de l'échantillon.

Pour le premier tirage, on a une probabilité de `250/1 000` d'obtenir un garçon. Cependant, dès la deuxième étape, la situation se complique. En effet, si le premier tirage était une fille, on a, à la deuxième étape, la probabilité de `250/999` de tirer un garçon. En revanche, si le premier tirage était un garçon, cette probabilité devient `249/999`. La situation à la troisième étape se complique à nouveau et il en est ainsi jusqu'à la dixième étape.
Néanmoins, pour simplifier les calculs, on peut considérer que les valeurs `250/999` et `249/999` sont assez proches. De ce fait, on les assimile et on considère qu'à chaque étape, la probabilité d'obtenir un garçon est égale à `1/4`. On est donc ramené à la logique d'un tirage avec remise. Ainsi, dans un souci de simplification, à la place de la loi hypergéométrique, on utilise souvent une approximation par la loi binomiale. Nous verrons dans l'exemple présenté figure 13-43 que cette dernière est d'autant mieux adaptée que la population est très grande et l'échantillon très petit.

Elle dépend de trois paramètres : la taille de la population totale (`N`), le nombre d'individus (parmi les `N`) dotés de la propriété étudiée (`K`) et la taille de l'échantillon (`n`).

Par analogie avec la loi binomiale, on note `p = K/N` (dans notre exemple, `p` est bien égal à `250/1 000`, c'est-à-dire `0,25`). Son espérance est égale à `np` (dans notre exemple, `10 × 0,25`, c'est-à-dire, `2,5`) et sa variance à (`npq`) `[( N - n )/( N - 1 )]` (dans notre exemple, `1,86`. Voir la figure 13-43).

$$P(k) = \frac{\dfrac{K!}{k!\,(K-k)!}\;\dfrac{(N-K)!}{(n-k)!\,(N-K-n+k)!}}{\dfrac{N!}{n!\,(N-n)!}}$$

k : *Nombre de succès de l'échantillon*
n : *Effectif de l'échantillon*
K : *Nombre de succès de la population*
N : *Effectif de la population*

Figure 13–41 Formule définissant la fonction LOI.HYPERGEOMETRIQUE.N.

La fonction *LOI.HYPERGEOMETRIQUE.N* renvoie la probabilité d'obtenir `k` succès dans un échantillon (`n`) sachant que la population (`N`) connaît elle-même `K` succès pour cette même propriété. La figure 13-42 montre un exemple d'utilisation de cette fonction. Le taux de succès de la population est de `1/4` et sa représentation (pour `k = 1 à 10`) apparaît en rouge dans le graphique. La formule dont la syntaxe apparaît en rouge dans le cadre blanc a été entrée en *C8*, puis recopiée dans toute la colonne. *LOI.HYPERGEOMETRIQUE* est l'ancienne forme de cette fonction (avec le dernier argument égal à `FAUX`). Elle est conservée pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

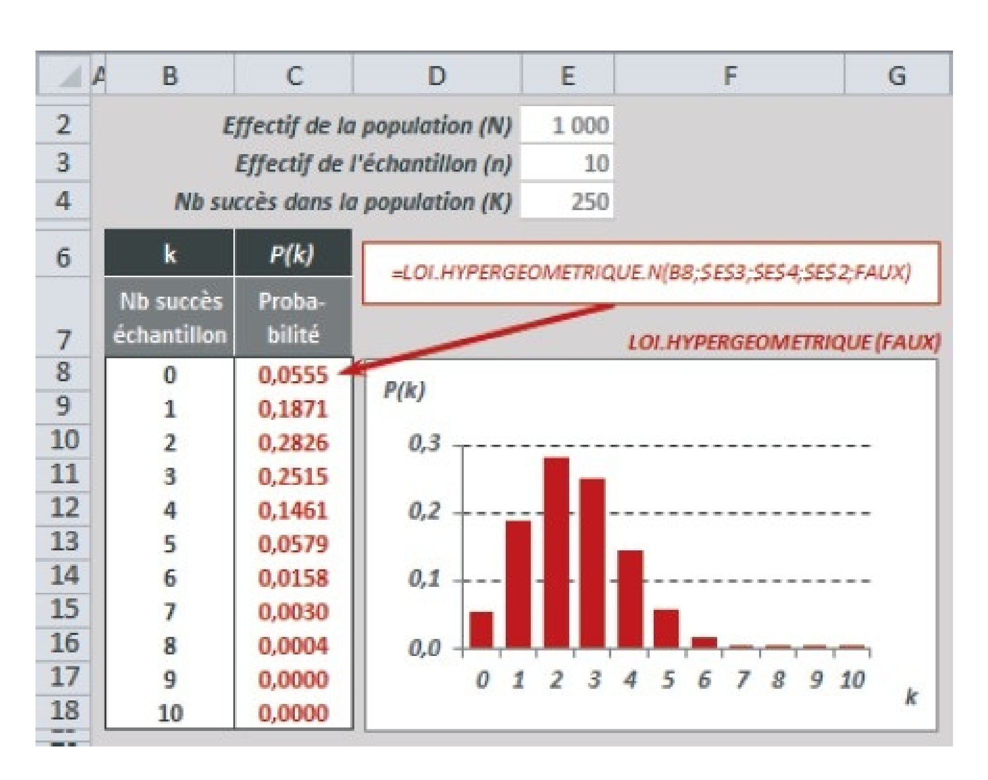
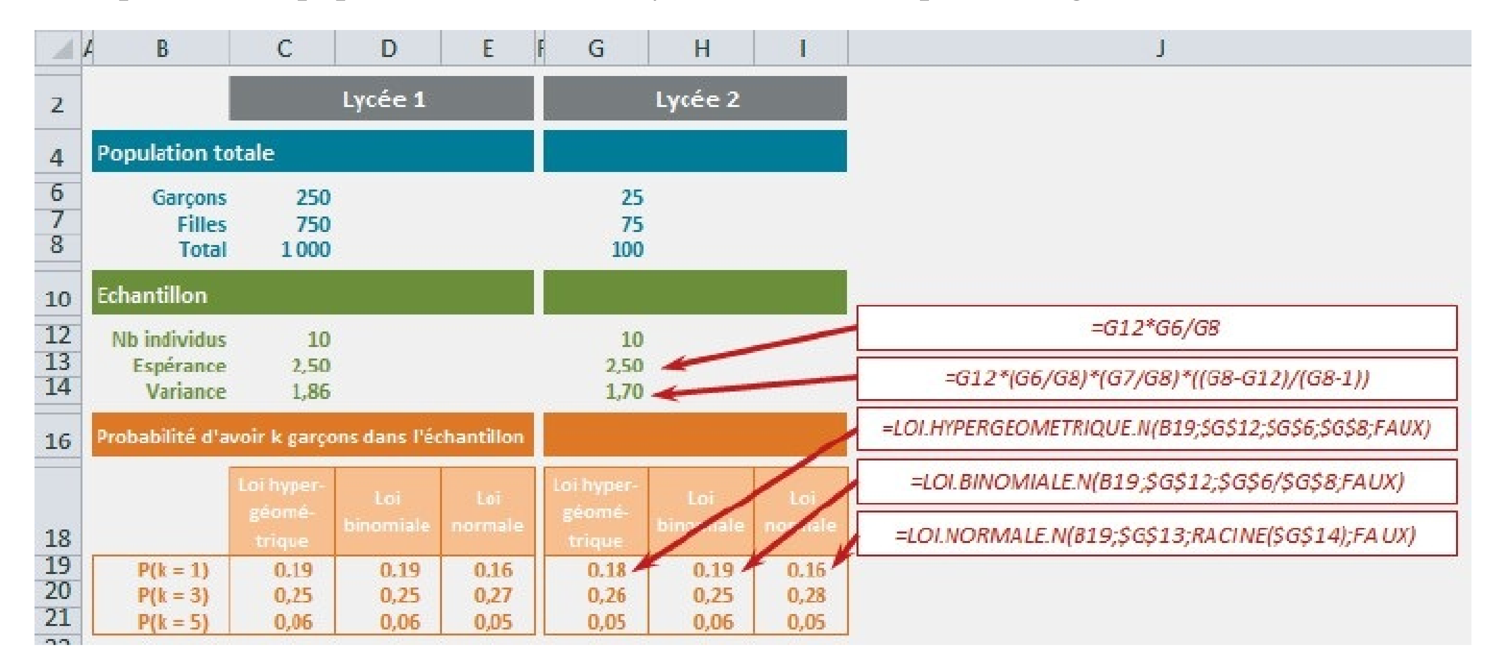


Figure 13–42 Mise en œuvre de la fonction LOI.HYPERGEOMETRIQUE.N.

COMPRENDRE Approximations de la loi hypergéométrique

En reprenant l'exemple proposé en début de section, à savoir la création d'un échantillon de 10 élèves à partir de la population totale d'un lycée, on a mis au point la figure 13-43.



	Lycée 1			Lycée 2		
Population totale						
Garçons	250			25		
Filles	750			75		
Total	1 000			100		
Echantillon						
Nb individus	10			10		
Espérance	2,50			2,50		
Variance	1,86			1,70		
Probabilité d'avoir k garçons dans l'échantillon						
	Loi hyper-géomé-trique	Loi binomiale	Loi normale	Loi hyper-géomé-trique	Loi binomiale	Loi normale
P(k = 1)	0,19	0,19	0,16	0,18	0,19	0,16
P(k = 3)	0,25	0,25	0,27	0,26	0,25	0,28
P(k = 5)	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05

Figure 13–43 Approximations de la loi hypergéométrique par la loi binomiale et la loi normale.

La plage *C6:C14* reprend les données du problème initial et la plage *C19:C21* utilise la fonction *LOI.HYPERGEOMETRIQUE.N* pour renvoyer la probabilité d'obtenir `1`, `3` ou `5` garçons dans un échantillon de `10` individus. On trouve, dans la plage *D19:D21*, une approximation de ces résultats avec la fonction *LOI.BINOMIALE.N* qui utilise pour `p`, la valeur `K / N` (`250/1000`). Dans la plage *E19:E21*, on a réalisé une deuxième approximation en utilisant la loi normale, avec comme espérance et variance, celles de la loi hypergéométrique (*C13* et *C14*). Dans la partie droite du tableau, on a fait exactement les mêmes calculs, mais en partant d'une population totale de `100` individus (au lieu de `1 000`).

On constate qu'avec une population importante (`1 000`) et un échantillon modeste (`10`), l'approximation réalisée avec la loi binomiale est assez fiable. En revanche, avec une population plus modeste (`100`), cette approximation devient légèrement moins bonne, mais reste toutefois proche des résultats renvoyés par la loi hypergéométrique. L'échantillon choisi est trop petit pour que les approximations réalisées avec la loi normale soient de bonne qualité (il faudrait un minimum de `21` individus pour respecter le seuil `np > 5`).

Loi de Poisson

La loi de Poisson est définie par la formule présentée figure 13-44. Elle ne dépend que d'un paramètre, `λ`, l'espérance, réel strictement positif égal à `np`.

`λ` correspond également à la variance de cette loi.

$$P(k) = e^{-\lambda}\frac{\lambda^k}{k!}$$

k : *Nombre de succès*
λ=np : *Espérance*

Figure 13–44 Formule définissant la fonction LOI.POISSON.N.

Elle est utilisée pour étudier les événements rares, cette rareté se traduisant par le fait que la probabilité que chaque événement survienne est faible (accidents, suicides d'enfants, mutations biologiques…).

EN PRATIQUE Modéliser les appels téléphoniques d'un ermite

Pour l'aborder plus en détail, prenons un exemple. Sur une année, on a comptabilisé les appels téléphoniques quotidiens reçus par un ermite (ces valeurs varient de `0` à `6`). On les a consignées dans un tableau (partie gauche de la figure 13-45). En colonne *D*, on a pu en déduire les fréquences observées et, en colonne *E*, le nombre annuel d'appels pour chaque classe (pour chaque valeur de `k`), la somme donnant le total d'appels annuels.
En *H8*, on a fait le rapport du nombre total d'appels sur le nombre de jours pour connaître la moyenne d'appels quotidiens (`1,1589`).

	B	C	D	E	G	H	J	K
2-3	(k) - Nb d'appels quotidiens	n - Nb de jours	Fréquence observée	Nb d'appels annuels pour chaque k			Poisson P(k)	Binomiale P(k)
4	0	113	0,3096	0			0,3138	0,3133
5	1	132	0,3616	132			0,3637	0,3642
6	2	78	0,2137	156			0,2107	0,2111
7	3	30	0,0822	90			0,0814	0,0814
8	4	10	0,0274	40	Moyenne annuelle	1,1589	0,0236	0,0235
9	5	1	0,0027	5	Espérance (np = λ)	1,1589	0,0055	0,0054
10	6	1	0,0027	6	p	0,0032	0,0011	0,0010
12	Total	365	1,0000	423			0,9998	0,9998

```
=LOI.POISSON.N(B4;$H$8;FAUX)
=LOI.BINOMIALE.N(B4;$C$12;$H$10;FAUX)
=B4*C4
=E12/C12
=C4/$C$12
=H9/C12
```

Figure 13–45 Modélisation par une loi de Poisson et une loi binomiale des appels téléphoniques quotidiens reçus par un ermite.

Pour modéliser cette distribution par une loi de Poisson, il faut d'abord vérifier que les conditions de cette modélisation sont remplies. Ces dernières sont :

- une valeur de `n > 50` (ce qui est le cas puisque `n = 365`) ;
- une valeur de `np < 10`. Pour modéliser la distribution, on va adopter la moyenne de la variable observée (*H8*) comme espérance de la loi de Poisson : `λ = np = 1,1589`, qui est bien inférieure à `10` ;
- une valeur de `p < 0,1`. Connaissant `np` (`1,1589`) et `n` (`365`), on peut en déduire `p = np / n`, c'est-à-dire le contenu de la cellule *H10* (`0,0032`). `p` est bien inférieure à `0,1`.

On peut donc utiliser la fonction *LOI.POISSON.N* avec les diverses valeurs de `k` (*B4:B10*) comme premier argument et `1,1589` comme valeur de `λ`. Exception faite des valeurs marginales (`k = 5` et `k = 6`), les probabilités retournées dans la plage *J4:J10* reflètent assez bien les proportions observées

dans la réalité. Dans la plage *K4:K10*, on a fait la même chose, mais en utilisant la fonction *LOI.BINOMIALE.N* avec `n = 365 et p = 0,0032`. À nouveau, on observe que les probabilités retournées sont assez fidèles à la réalité (en excluant toujours les deux valeurs marginales `k = 5` et `k = 6`).

À la figure 13-46, la fonction *LOI.POISSON.N* a été mise en œuvre pour `λ = 1,1589`. Entrée une première fois dans la cellule *C6*, la formule dont la syntaxe apparaît en rouge dans le cadre blanc a été ensuite recopiée dans la plage *C7:C16*. Le graphique illustre les probabilités associées à chaque valeur de `k`. *LOI.POISSON* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

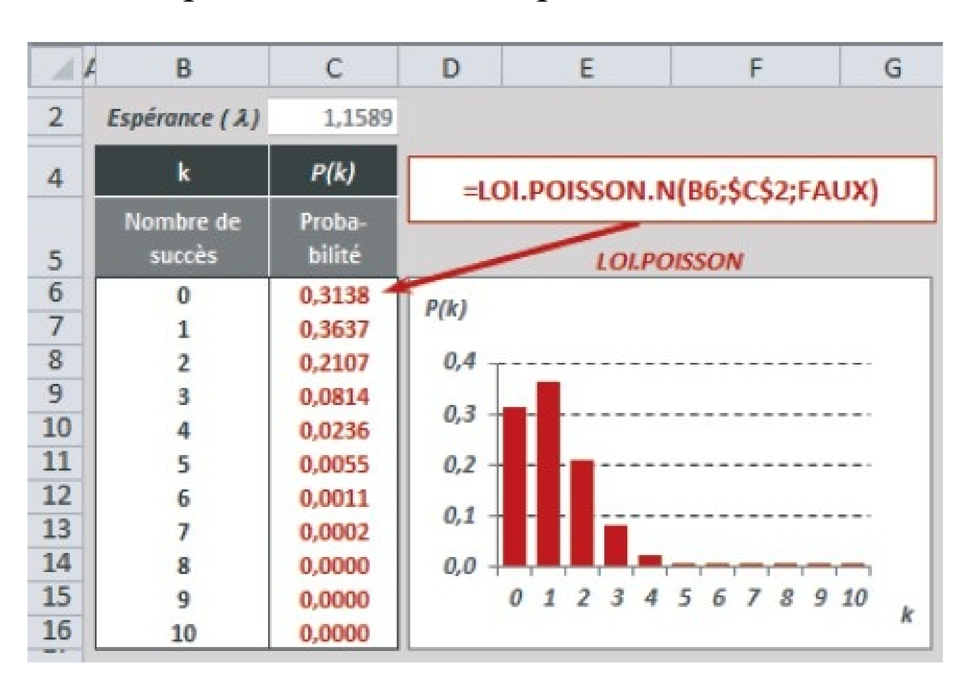


Figure 13–46 Mise en œuvre de la fonction LOI.POISSON.N.

Lois de probabilités continues

Les variables dites « continues » prennent généralement toutes les valeurs d'un intervalle donné, borné ou non, de l'ensemble des nombres réels. L'ensemble des valeurs possibles est dit « domaine de variation ».

COMPRENDRE Variables continues et intervalles

En statistique descriptive, les valeurs prises par une variable continue observée (`X`) correspondent chacune à un petit intervalle. On obtient ainsi une fonction de densité `f(x)`, définie pour chaque valeur de `x` (en réalité, chaque mini-intervalle autour de `x`) du domaine de variation. La probabilité d'appartenir à un intervalle `[a, b]` est égale à la surface délimitée par la courbe au-dessus de cet intervalle.

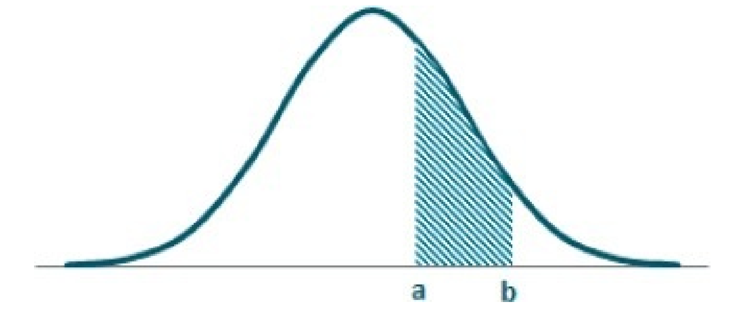


Figure 13–47 La surface hachurée sous la courbe représente la probabilité pour que x prenne sa valeur entre a et b.

La surface délimitée par la courbe toute entière (somme des probabilités de tous les événements) vaut `1`.

SYNTAXE Fonction de densité de probabilité, P(X = x) ou fonction de répartition, P(X < x)

Les fonctions présentées dans cette section et dans les sections suivantes utilisent pour la plupart un argument `Cumulative` qui peut prendre la valeur logique `VRAI` ou `FAUX`.

- En indiquant `FAUX`, on fait appel à la fonction de densité de probabilité. Cette dernière renvoie `P(X = x)`. Il s'agit de la probabilité que `X` prenne sa valeur « autour de » x, généralement dans l'intervalle `[x-0,5, x+0,5]`. Le graphique correspondant pour la loi normale apparaît figure 13-48.
- En indiquant `VRAI`, on fait appel à la fonction de répartition. Cette dernière renvoie `P(X < x)`. Il s'agit de la probabilité que `X` prenne sa valeur entre `-x` et `x` ou, en d'autres termes, du cumul des probabilités de toutes les valeurs situées entre `-x` et `x`. Le graphique correspondant pour la loi normale apparaît figure 13-49.

Loi normale

Une variable aléatoire réelle `X` suit une loi normale d'espérance `m` et d'écart-type `σ` si elle admet pour densité de probabilité la fonction présentée figure 13-48 (deuxième cadre blanc). On note souvent cette variable `N(m,σ)`. Sa courbe représentative a une forme de cloche. La densité est surtout importante autour de la moyenne, puis décroît de façon symétrique d'autant plus rapidement que l'écart-type est petit.

USAGE Loi normale

La loi normale est sans doute la plus utile des lois de probabilités théoriques. En effet, elle permet de modéliser beaucoup de distributions statistiques observées et de décrire nombre de phénomènes aléatoires. Elle est aussi très souvent mise à contribution au sein de tests statistiques pour évaluer la fiabilité de certains résultats. Enfin, elle est régulièrement utilisée comme approximation de certaines lois (comme la loi binomiale quand `n > 30`).

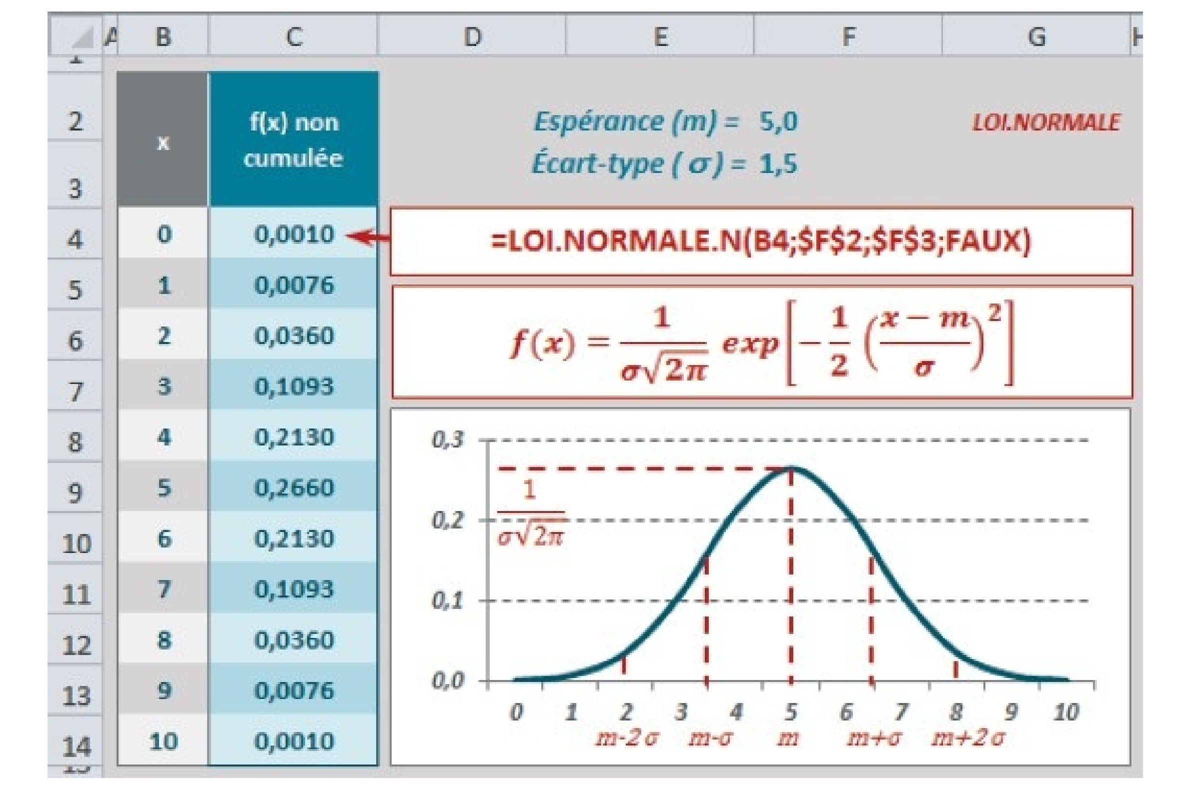
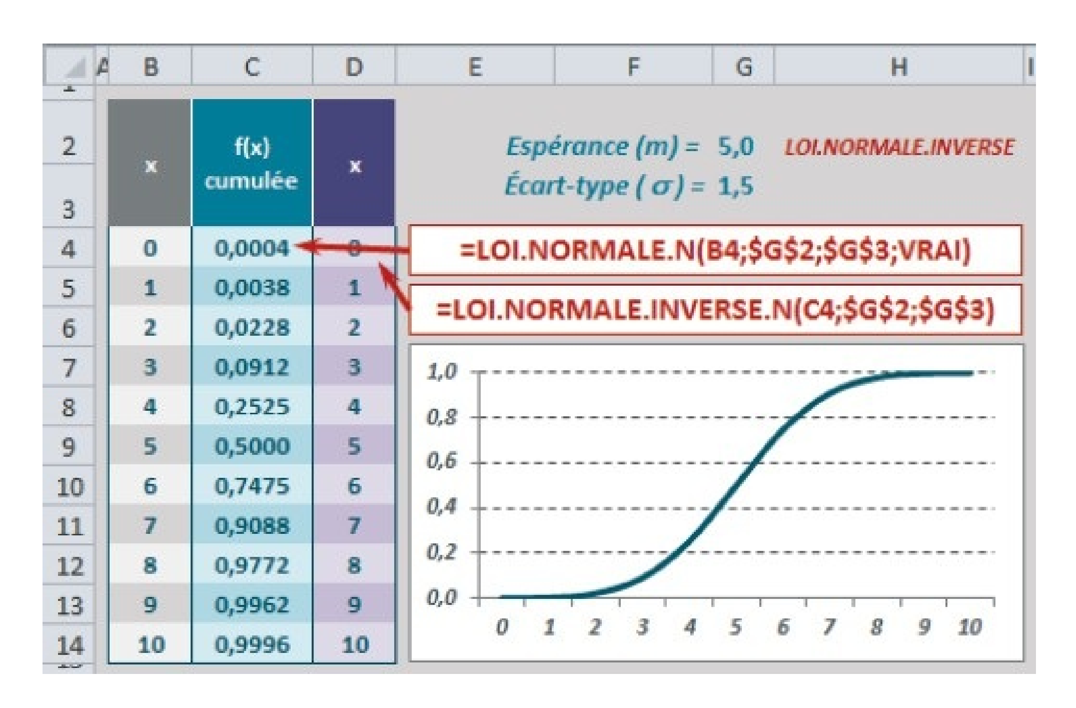


Figure 13–48 Mise en œuvre de la fonction LOI.NORMALE.N. Le graphique illustre les valeurs de la plage C4:C14, qui affiche les résultats de LOI.NORMALE.N non cumulative (fonction de densité de probabilité) pour une espérance de 5, et un écart-type de 1,5.

Tableau 13–9 Loi normale

Fonction	Description
LOI.NORMALE.N	`X` étant une variable aléatoire continue suivant une loi normale d'espérance `m` et d'écarttype `σ`, *LOI.NORMALE.N* renvoie, si le quatrième argument de la fonction est positionné sur `FAUX`, `P(X = x)`, probabilité que la variable `X` prenne la valeur `x` ou, plus précisément, probabilité que la variable `X` prenne sa valeur dans l'intervalle `[x-0,5, x+0,5]`. La figure 13-48 illustre un exemple d'application de cette fonction pour `m = 5` et `σ = 1,5`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc. *LOI.NORMALE* correspond à l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et Excel 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
LOI.NORMALE.INVERSE.N	La figure 13-49 présente la mise en œuvre de deux fonctions : *LOI.NORMALE.N* dans sa version cumulée (plage *C4:C14* dont les valeurs sont illustrées dans le graphique) et *LOI.NORMALE.INVERSE.N* (plage *D4:D14*). La première renvoie `F(x)` à partir de `x`, c'est-à-dire la probabilité que `X` prenne sa valeur dans l'intervalle `[-x,x[`, alors que la deuxième fait l'opération inverse et renvoie `x` à partir de `F(x)`. Les formules, entrées d'abord en *C4* et *D4*, ont été recopiées dans la colonne. Leur syntaxe apparaît en rouge dans les deux cadres blancs. *LOI.NORMALE.INVERSE* correspond à l'ancienne forme de la fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et Excel 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

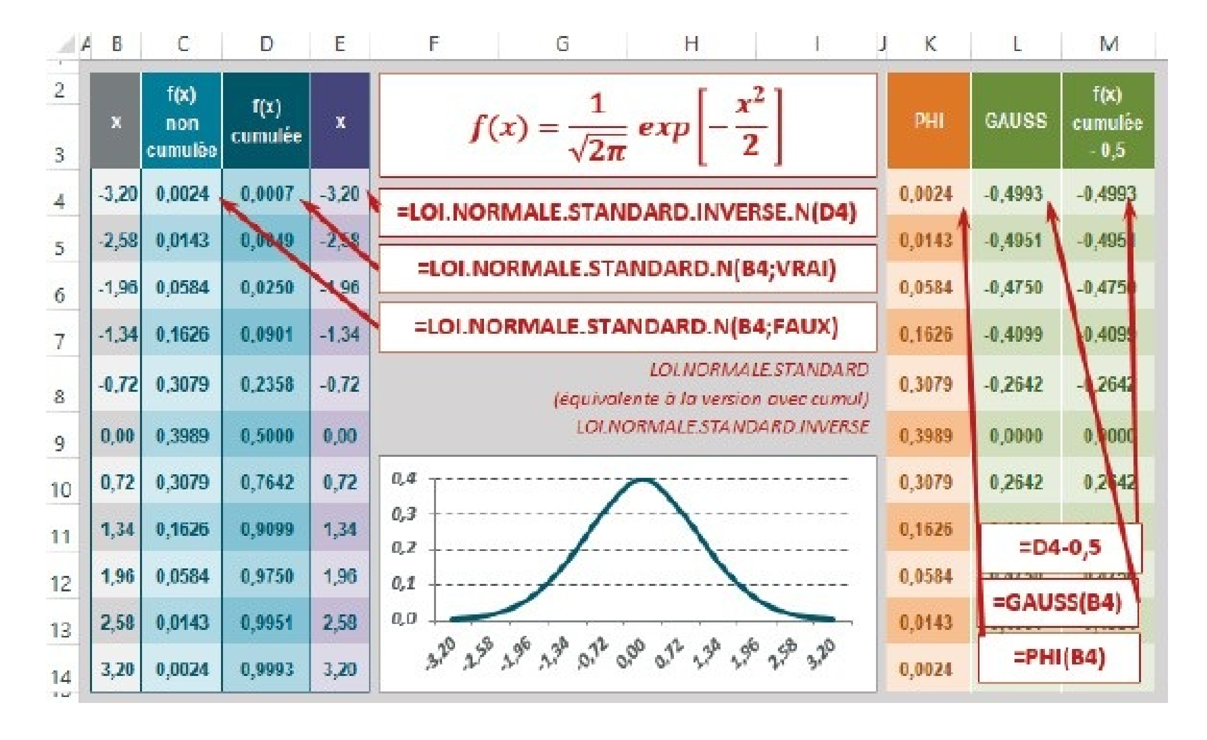


x	f(x) cumulée	x
0	0,0004	0
1	0,0038	1
2	0,0228	2
3	0,0912	3
4	0,2525	4
5	0,5000	5
6	0,7475	6
7	0,9088	7
8	0,9772	8
9	0,9962	9
10	0,9996	10

Figure 13–49 Mise en œuvre de la fonction LOI.NORMALE.N dans sa version cumulée et de la fonction LOI.NORMALE.INVERSE.N.

Loi normale centrée réduite

Une loi normale centrée réduite est une loi normale d'espérance nulle (centrée) et d'écart-type `1` (réduite). Sa fonction de densité de probabilité, par convention appelée `Z`, est présentée à la figure 13-50, dans le premier cadre blanc.



x	f(x) non cumulée	f(x) cumulée	x	PHI	GAUSS	f(x) cumulée - 0,5
-3,20	0,0024	0,0007	-3,20	0,0024	-0,4993	-0,4993
-2,58	0,0143	0,0049	-2,58	0,0143	-0,4951	-0,4951
-1,96	0,0584	0,0250	-1,96	0,0584	-0,4750	-0,4750
-1,34	0,1626	0,0901	-1,34	0,1626	-0,4099	-0,4099
-0,72	0,3079	0,2358	-0,72	0,3079	-0,2642	-0,2642
0,00	0,3989	0,5000	0,00	0,3989	0,0000	0,0000
0,72	0,3079	0,7642	0,72	0,3079	0,2642	0,2642
1,34	0,1626	0,9099	1,34	0,1626	[illegible]	[illegible]
1,96	0,0584	0,9750	1,96	0,0584	[illegible]	[illegible]
2,58	0,0143	0,9951	2,58	0,0143	[illegible]	[illegible]
3,20	0,0024	0,9993	3,20	0,0024	[illegible]	[illegible]

Figure 13–50 Mise en œuvre des fonctions LOI.NORMALE.STANDARD.N (dans ses deux versions : cumulative et non cumulative) et LOI.NORMALE.STANDARD. INVERSE.N. En relation avec la loi normale centrée réduite, Excel 2013 propose les deux nouvelles fonctions PHI et GAUSS.

RAPPEL Variable centrée réduite

Pour mieux comprendre cette notion, consultez, plus haut dans ce chapitre, l'aparté intitulé « Variable centrée réduite ».

Tableau 13–10 Loi normale centrée réduite

Fonction	Description
LOI.NORMALE.STANDARD.N	`Z` étant une variable aléatoire continue suivant une loi normale centrée réduite, *LOI.NORMALE.STANDARD.N* renvoie, si son deuxième argument est positionné sur `FAUX`, `P(Z = z)` (probabilité que la variable `Z` prenne la valeur `z`) et, si son deuxième argument est positionné sur `VRAI`, `P(Z < z)`. La figure 13-50 illustre un exemple d'application de cette fonction. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les deux derniers cadres blancs. La plage *C4:C14* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative : `P(Z = z)` (valeurs représentées sur le graphique) et la plage *D4:D14* dans sa version cumulative : `P(Z < z)`. *LOI.NORMALE.STANDARD* correspond à l'ancienne forme de cette fonction (avec cumul). Elle est conservée dans Excel 2010 et Excel 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE.N	La plage *E4:E14* de la figure 13-50 affiche les résultats de la fonction *LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE.N*. À partir de `F(x)`, probabilité de la fonction de répartition, *LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE.N* renvoie la première valeur de `x` respectant `P(X < x)`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le deuxième cadre blanc. *LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE* correspond à l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et Excel 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
PHI	Excel 2013 propose une nouvelle fonction : *PHI*. Cette dernière utilise un argument pour lequel elle renvoie une valeur équivalente au résultat de la fonction *LOI.NORMALE.STANDARD.N* dans sa version non cumulative. De fait, on constate que la colonne *C* et la colonne *K* de la figure 13-50 affichent bien les mêmes résultats. La syntaxe de la formule entrée en *K4* apparaît dans le dernier cadre, à droite. **Nouveauté Excel 2013**.
GAUSS	Excel 2013 propose une nouvelle fonction : *GAUSS*. Cette dernière utilise un argument pour lequel elle renvoie une valeur équivalente au résultat de la fonction *LOI.NORMALE.STANDARD.N* dans sa version cumulative, diminué de `0,5`. De fait, on constate que les colonnes *L* (*GAUSS*) et *M* (*LOI.NORMALE.STANDARD.N* dans sa version cumulative - 0,5) de la figure 13-50 affichent bien les

	mêmes résultats. La syntaxe des formules entrées en *L4* et *M4* apparaît dans les deux premiers cadres, à droite. **Nouveauté Excel 2013**.

Utiliser la loi normale centrée réduite

La figure 13-51 illustre l'utilisation de cette loi. L'aire sous la première courbe représente la probabilité que `Z` prenne une valeur inférieure ou égale à `2`. L'aire sous la deuxième courbe (équivalente à la première) représente la probabilité que `Z` prenne une valeur supérieure ou égale à `2`. Et enfin, l'aire sous la troisième courbe représente la probabilité que `Z` prenne une valeur dans l'intervalle `[-2, -1]`. Pour chacune, la formule entrée en ligne *11* voit sa syntaxe exposée en ligne *9*. En ligne *13*, on a formalisé la probabilité recherchée.

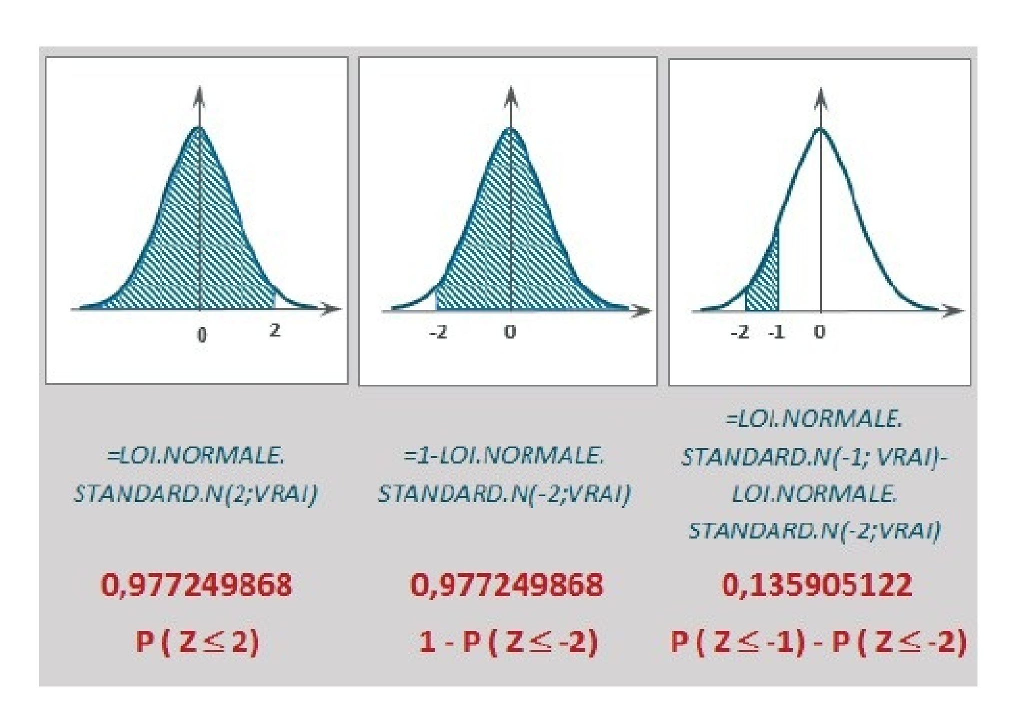
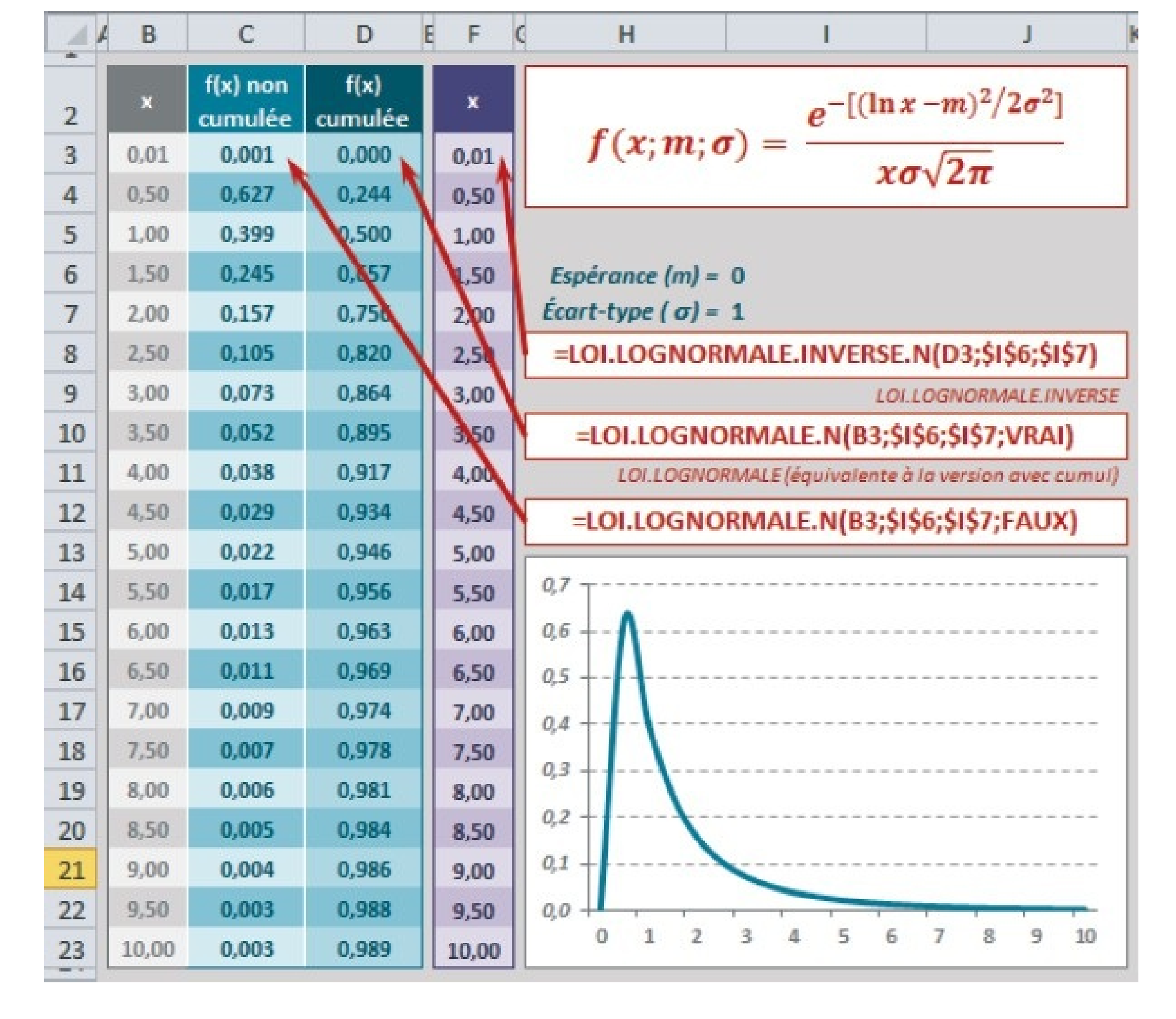


Figure 13–51 Illustration de trois calculs de probabilité à partir d'une variable aléatoire suivant une loi normale centrée réduite.

Loi log-normale

Une variable aléatoire réelle `X` suit une loi log-normale d'espérance `m` et d'écart-type `σ` si elle admet pour densité de probabilité la fonction présentée figure 13-52 (premier cadre blanc).



	x	f(x) non cumulée	f(x) cumulée	x
3	0,01	0,001	0,000	0,01
4	0,50	0,627	0,244	0,50
5	1,00	0,399	0,500	1,00
6	1,50	0,245	0,657	1,50
7	2,00	0,157	0,756	2,00
8	2,50	0,105	0,820	2,50
9	3,00	0,073	0,864	3,00
10	3,50	0,052	0,895	3,50
11	4,00	0,038	0,917	4,00
12	4,50	0,029	0,934	4,50
13	5,00	0,022	0,946	5,00
14	5,50	0,017	0,956	5,50
15	6,00	0,013	0,963	6,00
16	6,50	0,011	0,969	6,50
17	7,00	0,009	0,974	7,00
18	7,50	0,007	0,978	7,50
19	8,00	0,006	0,981	8,00
20	8,50	0,005	0,984	8,50
21	9,00	0,004	0,986	9,00
22	9,50	0,003	0,988	9,50
23	10,00	0,003	0,989	10,00

Figure 13–52 Mise en œuvre des fonctions LOI.LOGNORMALE.N et LOI.LOGNORMALE.INVERSE.N.

Loi log-normale

Une variable aléatoire `X` suit une loi log-normale de paramètres `m` (espérance) et `σ` (écart-type) si la variable `Y = ln(X)` suit une loi normale de paramètres `m` et `σ`. Exprimée à l'aide des fonctions Excel, cette relation donne donc : `LOI.LOGNORMALE.N(x;m;σ;VRAI)=LOI.NORMALE.N(LN(x);m;σ;VRAI)` ou encore `=LOI.NORMALE.STANDARD.N([LN(x) - m] / σ;VRAI)`.

LOI.LOGNORMALE.N renvoie, si son quatrième argument est positionné sur `FAUX`, `P(X = x)` (probabilité que la variable `X` prenne la valeur `x`) et, si son quatrième argument est positionné sur `VRAI`, `P(X < x)`. La figure 13-52 illustre un exemple d'application de cette fonction pour `m = 0` et `σ = 1`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les deux derniers cadres blancs. La plage *C3:C23* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative `P(X = x)` (valeurs représentées sur le graphique) et la plage *D3:D23* dans sa version cumulative `P(X < x)`.

La figure 13-52 présente également la mise en œuvre de la fonction *LOI.LOGNORMALE.INVERSE.N* (plage *F3:F23*). Elle renvoie `x` à partir de `F(x)`,

probabilité de la fonction de répartition. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le deuxième cadre blanc. *LOI.LOGNORMALE* est l'ancienne forme de *LOI.LOGNORMALE.N* cumulée et *LOI.LOGNORMALE.INVERSE* est celle de *LOI.LOGNORMALE.INVERSE.N*. Toutes deux sont conservées dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

USAGE Loi log-normale

La modélisation par la loi log-normale est bien adaptée aux variables strictement positives, suivant une distribution asymétrique avec un allongement vers les valeurs élevées. Ces distributions sont fréquentes dans le domaine biologique (par exemple le poids des personnes) ou économique (la répartition des revenus).
Elle est également bien adaptée pour l'étude des variables qu'il est possible de décomposer en une multitude de variables plus petites, indépendantes. Si l'on s'intéresse par exemple au temps de parcours d'un itinéraire, on peut le décomposer en plusieurs temps de parcours élémentaires, chacun correspondant à un petit morceau de l'itinéraire initial. Si l'on ajuste chaque composante par une loi log-normale, le temps de parcours global peut lui-même être approché par une loi log-normale.

Loi Gamma

HISTOIRE Fonctions eulériennes

En 1755, Euler publie un traité de calcul différentiel et intégral où l'on rencontre les fonctions dites aujourd'hui eulériennes. Parmi elles, la plus connue est sans doute l'intégrale eulérienne de seconde espèce, appelée fonction Gamma.

La loi Gamma est une loi de probabilité dont la portée est très vaste. En effet, des phénomènes réels très divers peuvent être approchés par une fonction Gamma. Son domaine de prédilection est une distribution à valeurs positives, fortement asymétrique et dotée d'une queue de distribution à décroissance rapide. En pratique, elle est souvent utilisée dans le domaine des assurances, pour décrire les phénomènes de durée de vie ou évaluer le temps écoulé entre deux sinistres.

COMPRENDRE Fondements mathématiques

La fonction Gamma d'Euler est définie par l'intégrale présentée figure 13-53.

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{x-1} dt$$

Figure 13–53 Fonction Gamma d'Euler

On montre mathématiquement que lorsqu'une distribution aléatoire suit la loi Gamma, elle admet pour densité de probabilité la fonction `f(x;α;β)`, dont la définition, exprimée sous sa forme la plus

générale, apparaît figure 13-54.

$$f(x;\alpha;\beta) = \frac{1}{\beta^\alpha\,\Gamma(\alpha)}\,x^{\alpha-1}\,e^{-\frac{x}{\beta}}$$

$$\alpha > 0 \text{ et } \beta > 0$$

Figure 13–54 Définition de la densité de probabilité d'une variable suivant une loi Gamma.

Tableau 13–11 Loi Gamma

Fonction	Description
LOI.GAMMA.N	*LOI.GAMMA.N* renvoie, si son quatrième argument est positionné sur `FAUX`, `P(X = x)` et, si son quatrième argument est positionné sur `VRAI, P(X < x)`. La figure 13-55 illustre un exemple d'application de cette fonction pour `β = 2` avec `α = 2`, `α = 3` et `α = 5`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les deuxième et troisième cadres blancs. La plage *D3:F23* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative `P(X = x)` (valeurs représentées sur le premier graphique) et la plage *H3:J23* dans sa version cumulative `P(X < x)` (valeurs représentées sur le deuxième graphique). *LOI.GAMMA* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
LOI.GAMMA.INVERSE.N	La plage *L3:L23* de la figure 13-55 affiche les résultats de la fonction *LOI.GAMMA.INVERSE.N*. À partir de `F(x)`, probabilité de la fonction de répartition, *LOI.GAMMA.INVERSE.N* renvoie la première valeur de `x` respectant P`(X < x)`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc. *LOI.GAMMA.INVERSE* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

ASTUCE Formats de nombre

Pour éviter d'entrer les valeurs de `α` « en dur » et disposer néanmoins de libellés explicites, on a appliqué aux cellules *D2*, *E2*, *F2*, *H2*, *I2* et *J2* le format de nombre `"a = "0`. Cette astuce permet d'avoir dans les cellules concernées uniquement des valeurs numériques (`2`, `3` et `5`) qui peuvent être utilisées dans les formules et participer aux calculs.



x	α = 2	α = 3	α = 5	α = 2	α = 3	α = 5	x
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
1	0,152	0,038	0,001	0,090	0,014	0,000	1
2	0,184	0,092	0,008	0,264	0,080	0,004	[illegible]
3	0,167	0,126	0,024	0,442	[illegible]	0,019	3
4	0,135	0,135	0,045	0,594	0,323	[illegible]	4
5	0,103	0,128	0,067	0,713	0,456	0,109	5
6	0,075	0,112	0,084	0,801	0,577	0,185	6
7	0,053	0,092	0,094	0,864	0,679	0,275	7
8	0,037	0,073	0,098	0,908	0,762	0,371	8
9	0,025	0,056	0,095	0,939	0,826	0,468	9
10	0,017	0,042	0,088	0,960	0,875	0,560	10
11	0,011	0,031	0,078	0,973	0,912	0,642	11
12	0,007	0,022	0,067	0,983	0,938	0,715	12
13	0,005	0,016	0,056	0,989	0,957	0,776	13
14	0,003	0,011	0,046	0,993	0,970	0,827	14
15	0,002	0,008	0,036	0,995	0,980	0,868	15
16	0,001	0,005	0,029	0,997	0,986	0,900	16
17	0,001	0,004	0,022	0,998	0,991	0,926	17
18	0,001	0,002	0,017	0,999	0,994	0,945	18
19	0,000	0,002	0,013	0,999	0,996	0,960	19
20	0,000	0,001	0,009	1,000	0,997	0,971	20

Figure 13–55 Mise en œuvre des fonctions LOI.GAMMA.N et LOI.GAMMA.INVERSE.N.

POUR LES CURIEUX Comment passe-t-on de la fonction Gamma d'Euler à f(x;α;β) ?

Partons de l'intégrale eulérienne de seconde espèce présentée figure 13-53. Pour une valeur alpha (α) donnée, la fonction Gamma prend la valeur présentée figure 13-56, à partir de laquelle on peut déduire l'équation de la figure 13-57.

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{\alpha-1} dt$$

Figure 13–56 Valeur de la fonction Gamma pour x = α.

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{\Gamma(\alpha)} e^{-t} t^{\alpha-1} dt = 1$$

Figure 13–57 Autre forme de l'équation présentée figure 13-56.

L'équation affichée figure 13-57 n'est autre que l'intégrale de la densité de probabilité d'une variable aléatoire de valeurs réelles positives. Elle caractérise la distribution Gamma dite « de base ». α représente ici un paramètre qui influe sur la forme de la courbe de la distribution. En effet, selon la valeur de α, cette équation décrit trois grandes familles de courbes :

- α > 1 : la distribution adopte une forme de cloche asymétrique.
- α = 1 : la distribution est exponentielle.
- α < 1 : la distribution est monotone décroissante.

Dans l'optique de conférer une plus grande souplesse à cette distribution, il est possible de façonner la relation exposée figure 13-57 de manière à introduire un deuxième paramètre positif Bêta (β).

Partons du principe que la variable aléatoire T suit la distribution Gamma de base. À l'aide d'une nouvelle variable aléatoire X = βT (T = X/β), l'équation de la figure 13-57 devient celle de la figure 13-58.

$$\int_0^\infty \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \frac{x^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha-1}\beta} e^{-\frac{x}{\beta}} t^{\alpha-1} dx = 1$$

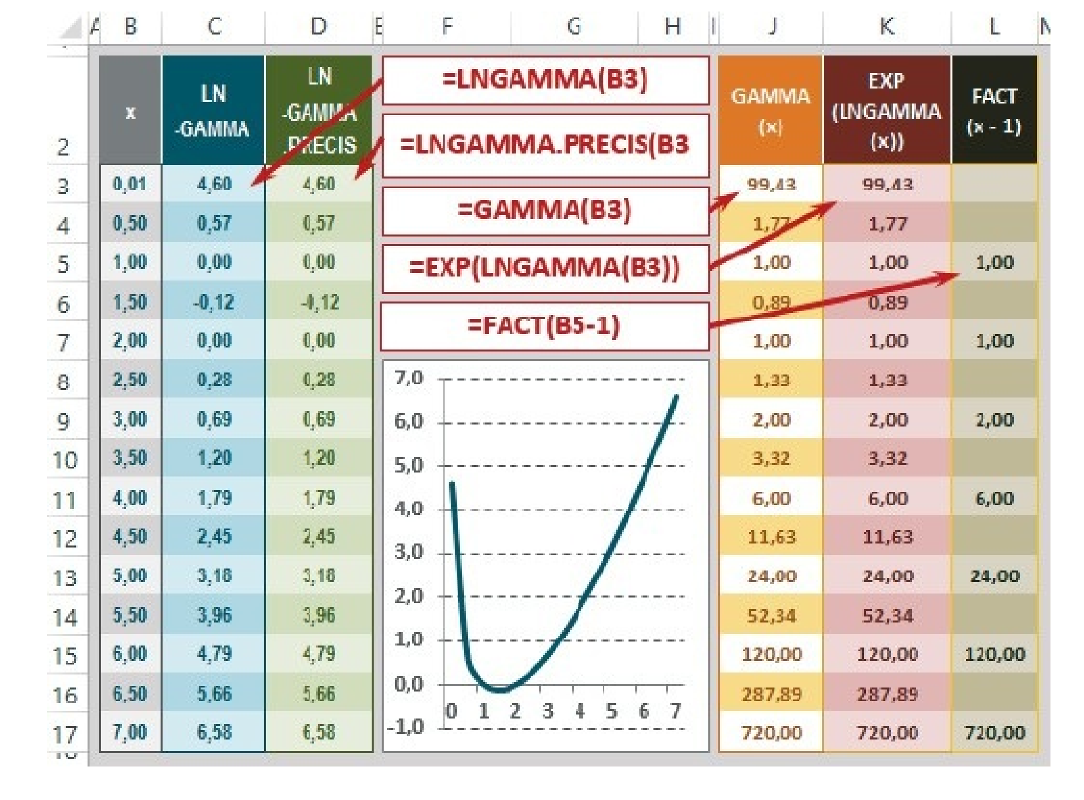
Figure 13–58 Autre forme de l'équation présentée figure 13-57 avec T = X/β.

En effectuant les calculs, on retrouve bien la fonction de densité de probabilité f(x;α;β) présentée figure 13-54. Le paramètre β est un paramètre d'échelle ou de dispersion. La fonction f(x;α;β) caractérise la distribution Gamma dite « complète ».
À partir de l'équation générale présentée figure 13-54 et en attribuant aux paramètres α et β des valeurs particulières, on obtient des formes spécifiques de f (x; α; β).

- En positionnant α à 1, la fonction f(x;α; β) n'est autre que la densité de probabilité d'une distribution exponentielle (de paramètre λ =1 / β). Exprimée à l'aide des fonctions Excel, cette propriété donne la relation suivante : =LOI.GAMMA.N(x;1;β;FAUX)=LOI.EXPONENTIELLE.N(x;1/β;FAUX).
- Lorsque α = n/2 (avec n entier) et β = 2, f(x;α;2) représente la distribution du Khi-deux à n degrés de liberté. Exprimée à l'aide des fonctions Excel, cette propriété, donne la relation suivante : LOI.GAMMA.N(x;n/2;2;FAUX)=LOI.KHIDEUX.N(x;n;FAUX)

Tableau 13–12 Loi Gamma

Fonction	Description
LNGAMMA et *LNGAMMA.PRECIS*	La fonction *LNGAMMA* renvoie le logarithme népérien de la fonction Gamma. Figure 13-59, les résultats de la fonction *LNGAMMA* affichés en *C3:C17* correspondent à la courbe représentée sur le graphique. Dans la plage *D3:D17*, on trouve les résultats de la fonction *LNGAMMA.PRECIS*… qui ressemblent comme deux gouttes d'eau à ceux de la colonne *C* !
GAMMA	Excel 2013 propose une nouvelle fonction, *GAMMA*. Cette dernière utilise un argument, dont elle renvoie l'exponentielle de *LNGAMMA*. Ses résultats apparaissent dans la colonne *J* de la figure 13-59. En *K3*, on a entré =EXP(LNGAMMA(B3)) afin de vérifier que cette définition de la fonction renvoyait bien des valeurs équivalentes à la fonction *GAMMA*. Cette formule a été ensuite recopiée dans la colonne *K*. En colonne *L*, on a entré une formule vérifiant que lorsque x est un nombre entier, on a la relation =EXP(LNGAMMA(x))=FACT(x - 1). **Nouveauté Excel 2013**.



x	LN -GAMMA	LN -GAMMA .PRECIS	GAMMA (x)	EXP (LNGAMMA (x))	FACT (x - 1)
0,01	4,60	4,60	99,43	99,43	
0,50	0,57	0,57	1,77	1,77	
1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
1,50	-0,12	-0,12	0,89	0,89	
2,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
2,50	0,28	0,28	1,33	1,33	
3,00	0,69	0,69	2,00	2,00	2,00
3,50	1,20	1,20	3,32	3,32	
4,00	1,79	1,79	6,00	6,00	6,00
4,50	2,45	2,45	11,63	11,63	
5,00	3,18	3,18	24,00	24,00	24,00
5,50	3,96	3,96	52,34	52,34	
6,00	4,79	4,79	120,00	120,00	120,00
6,50	5,66	5,66	287,89	287,89	
7,00	6,58	6,58	720,00	720,00	720,00

Figure 13–59 Mise en œuvre des fonctions LNGAMMA et LNGAMMA.PRECIS et, pour ceux qui travaillent sous Excel 2013, présentation de la fonction GAMMA.

Loi Bêta

La loi Bêta est caractérisée par deux paramètres de forme α et β (ils influencent le tracé de la courbe). Sa fonction de densité de probabilité est présentée figure 13-60 sous sa forme standard, c'est-à-dire pour x compris entre 0 et 1, et sous sa forme plus générale, c'est-à-dire pour x compris entre a et b, figure 13-61.

$$f(x,\alpha,\beta)=\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}\,x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}$$

$$\alpha>0 \;et\; \beta>0$$

$$0\leq x\leq 1$$

Figure 13–60 Forme standard ($0 \leq x \leq 1$) de la fonction de densité de probabilité de la loi Bêta. Γ est la fonction Gamma d'Euler.

$$f(x,\alpha,\beta,a,b)=\frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}\,(x-a)^{\alpha-1}(b-x)^{\beta-1}(b-a)^{-(\alpha+\beta-1)}$$

$$\alpha>0 \;et\; \beta>0$$

$$a\leq x\leq b$$

Figure 13–61 Forme plus générale ($a \leq x \leq b$) de la fonction de densité de probabilité de la loi Bêta.

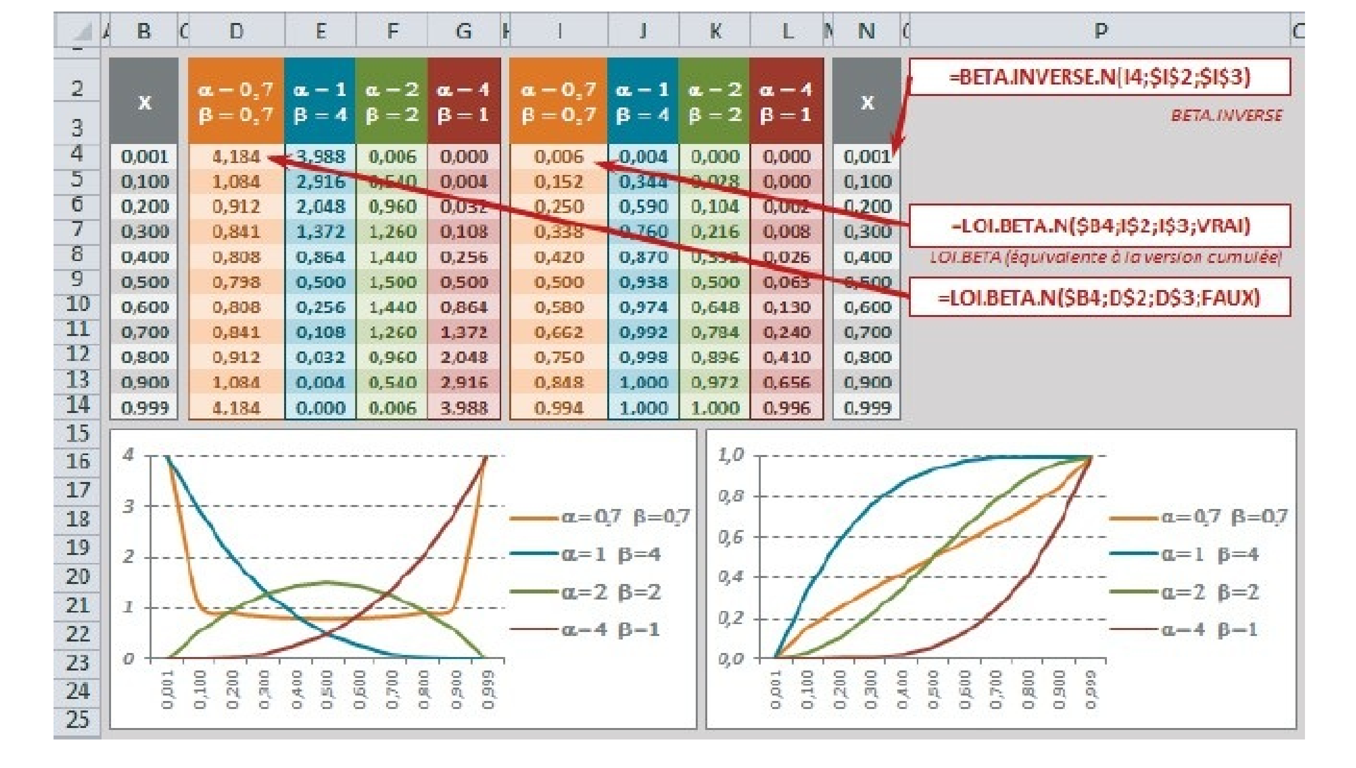
CORRESPONDANCES Loi Gamma et loi Bêta

Si X et Y sont indépendamment distribuées selon une loi Gamma, de paramètres (α, θ) et (β, θ), alors X / (X + Y) est distribuée selon une loi Bêta de paramètres (α, β).

Concrètement, la loi Bêta peut être mise à contribution dans des domaines très variés. Elle sert par exemple à modéliser des audiences radiophoniques dans le but d'optimiser une campagne publicitaire. Elle est également souvent utilisée en gestion de projets, pour calculer la durée probable d'une tâche élémentaire et définir des scénarios optimistes et pessimistes.

Tableau 13–13 Loi Bêta

Fonction	Description
LOI.BETA.N	*LOI.BETA.N* renvoie, si son quatrième argument est positionné sur FAUX, P(X = x)et, si son quatrième argument est positionné sur VRAI, P(X < x). La figure 13-62 illustre un exemple d'application de cette fonction pour quatre couples de valeurs α et β. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les deuxième et troisième cadres blancs. Elle a été utilisée ici sans que l'on ait précisé les cinquième et sixième arguments (optionnels) qui correspondent aux a et b de la forme générale de la fonction de densité. Il s'agit donc de la forme standard de la fonction ; c'est pourquoi x prend ses valeurs entre 0 et 1. La plage *D4:G14* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative P(X = x) (valeurs représentées sur le graphique de gauche) et la plage *I4:L14* dans sa version cumulative P(X < x) (valeurs représentées sur le graphique de droite). *LOI.BETA* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
BETA.INVERSE.N	La plage *N4:N14* de la figure 13-62 affiche les résultats de la fonction *BETA.INVERSE.N*. À partir de F(x), probabilité de la fonction de répartition, *BETA.INVERSE.N* renvoie la première valeur de x respectant P(X < x). Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc. *BETA.INVERSE* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.



x	α = 0,7 β = 0,7	α = 1 β = 4	α = 2 β = 2	α = 4 β = 1	α = 0,7 β = 0,7	α = 1 β = 4	α = 2 β = 2	α = 4 β = 1	x
0,001	4,184	3,988	0,006	0,000	0,006	0,004	0,000	0,000	0,001
0,100	1,084	2,916	[illegible]	0,004	0,152	0,344	[illegible]	0,000	0,100
0,200	0,912	2,048	0,960	[illegible]	0,250	0,590	0,104	[illegible]	0,200
0,300	0,841	1,372	1,260	0,108	0,338	[illegible]	0,216	0,008	0,300
0,400	0,808	0,864	1,440	0,256	0,420	0,870	[illegible]	0,026	0,400
0,500	0,798	0,500	1,500	0,500	0,500	0,938	0,500	0,063	[illegible]
0,600	0,808	0,256	1,440	0,864	0,580	0,974	0,648	0,130	0,600
0,700	0,841	0,108	1,260	1,372	0,662	0,992	0,784	0,240	0,700
0,800	0,912	0,032	0,960	2,048	0,750	0,998	0,896	0,410	0,800
0,900	1,084	0,004	0,540	2,916	0,848	1,000	0,972	0,656	0,900
0.999	4.184	0.000	0.006	3.988	0.994	1.000	1.000	0.996	0.999

Figure 13–62 Mise en œuvre des fonctions LOI.BETA.N et BETA.INVERSE.N.

Loi de Weibull

Une variable aléatoire réelle X suit une loi de Weibull de paramètres α (paramètre de forme) et β (paramètre de temps), si elle admet pour densité de probabilité la fonction présentée figure 13-63.

$$f(x,\alpha,\beta) = \frac{\alpha}{\beta^{\alpha}} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

$$F(x,\alpha,\beta) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}}$$

$\alpha > 0$ et $\beta > 0$

Figure 13–63 Loi de Weibull : f(x,α,β), sa fonction de densité de probabilité, P(X = x) et F(x,α,β), sa fonction de répartition, P(X < x).

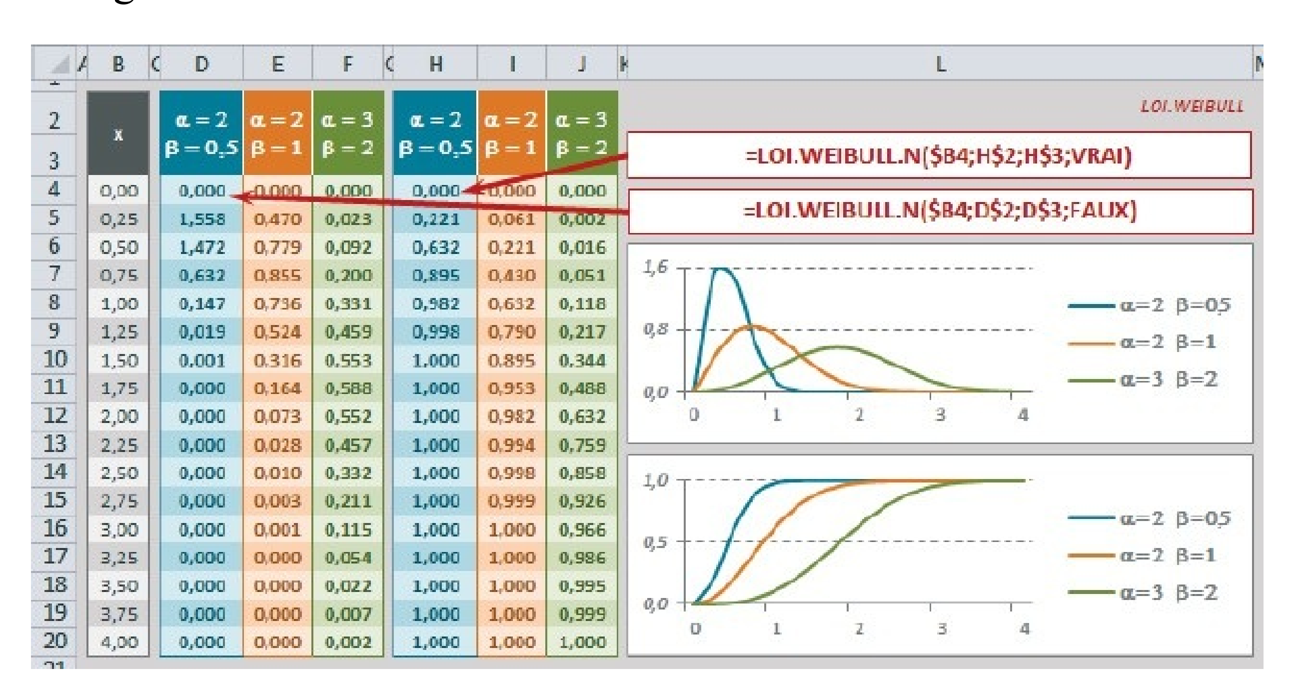
Il n'y a pas « une » loi de Weibull, mais toute une famille de lois, correspondant à diverses valeurs de α et β. Parmi celles-ci, on distingue la loi exponentielle (avec a = 1 et β = 1 / λ) ou la loi de Rayleigh (avec α = 2). Lorsque α est compris entre 1, 5 et 2 ou 3 et 3,6, on obtient une loi log-normale. La loi de Weibull est un cas particulier de la loi Gamma.

EN PRATIQUE À quoi sert-elle ?

Dans les entreprises, cette loi est très utilisée pour les contrôles de fiabilité. Ainsi, α < 1

correspond à un matériel qui se bonifie avec le temps (matériel en rodage), `α = 1` correspond à un matériel sans usure et `α > 1`, à un matériel qui se dégrade avec le temps (la plupart de nos produits de consommation !). Cette loi est également utilisée pour étudier les problèmes dits « de valeurs extrêmes » comme la survenue de crues exceptionnelles dans une rivière.

LOI.WEIBULL.N renvoie, si son quatrième argument est positionné sur `FAUX`, `P(X = x)` et, si son quatrième argument est positionné sur `VRAI`, `P(X < x)`. La figure 13-64 illustre un exemple d'application de cette fonction pour trois couples de valeurs `α` et `β`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les cadres blancs.



	B	D	E	F	H	I	J
2–3	x	α = 2 β = 0,5	α = 2 β = 1	α = 3 β = 2	α = 2 β = 0,5	α = 2 β = 1	α = 3 β = 2
4	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,25	1,558	0,470	0,023	0,221	0,061	0,002
6	0,50	1,472	0,779	0,092	0,632	0,221	0,016
7	0,75	0,632	0,855	0,200	0,895	0,430	0,051
8	1,00	0,147	0,736	0,331	0,982	0,632	0,118
9	1,25	0,019	0,524	0,459	0,998	0,790	0,217
10	1,50	0.001	0.316	0.553	1.000	0.895	0.344
11	1,75	0,000	0,164	0,588	1,000	0,953	0,488
12	2,00	0,000	0,073	0,552	1,000	0,982	0,632
13	2,25	0,000	0,028	0,457	1,000	0,994	0,759
14	2,50	0,000	0,010	0,332	1,000	0,998	0,858
15	2,75	0,000	0,003	0,211	1,000	0,999	0,926
16	3,00	0,000	0,001	0,115	1,000	1,000	0,966
17	3,25	0,000	0,000	0,054	1,000	1,000	0,986
18	3,50	0,000	0,000	0,022	1,000	1,000	0,995
19	3,75	0,000	0,000	0,007	1,000	1,000	0,999
20	4,00	0,000	0,000	0,002	1,000	1,000	1,000

Figure 13–64 Mise en œuvre de la fonction LOI.WEIBULL.N.

Sur la figure 13-64, la plage *D4:F20* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative `P(X = x)` (valeurs représentées sur le premier graphique) et la plage *H4:J20* dans sa version cumulative `P(X < x)` (valeurs représentées sur le deuxième graphique). *LOI.WEIBULL* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Loi exponentielle

Une variable aléatoire réelle `X` suit une loi exponentielle de paramètre `λ` si elle admet pour densité de probabilité la fonction présentée figure 13-65.

$$f(x, \lambda) = \lambda e^{-\lambda x}$$

$$F(x, \lambda) = 1 - e^{-\lambda x}$$

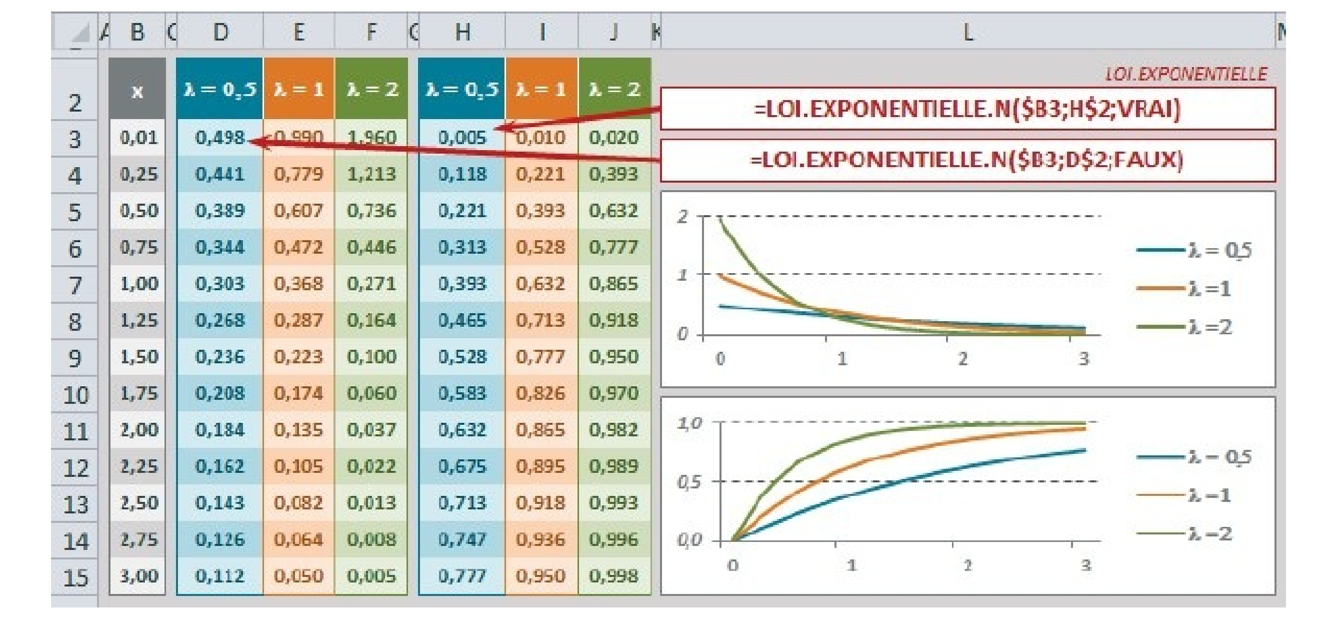
$$\lambda > 0$$

Figure 13–65 Loi exponentielle : f(x,λ), sa fonction de densité de probabilité, P(X = x) et F(x,λ), sa fonction de répartition, P(X < x).

La loi exponentielle ne dépend que d'un seul paramètre : `λ`, l'ordonnée à l'origine de la courbe de densité de probabilité. Celui-ci peut représenter le nombre de fois où un événement est survenu durant un laps de temps donné. Quand il vaut `1`, on parle de loi exponentielle standard. La loi exponentielle est une forme particulière de la loi de Weibull pour `α = 1` et `β = 1 / λ`.

> **EN PRATIQUE À quoi sert-elle ?**
>
> Cette loi sert à modéliser les variables caractérisées par une absence de mémoire ou par une durée de vie sans vieillissement. En d'autres termes, le comportement d'une telle variable dans un intervalle donné dépend uniquement de la longueur de cet intervalle et non de sa position sur l'axe des temps.
>
> Pour donner un exemple concret, si l'on étudie la fréquentation d'un lieu (boutique, guichet d'information, etc.) et si l'analyse d'un échantillon de « clients » observés montre que la fréquentation ne dépend pas de l'heure à laquelle elle est mesurée, alors le temps séparant la survenue de deux clients suit une loi exponentielle.
>
> Cette loi est également régulièrement utilisée pour modéliser la durée de vie de la radioactivité. Le paramètre `λ`, représentant alors l'inverse de l'espérance de vie de l'atome, s'appelle la constante de désintégration. La médiane (temps nécessaire pour que la population voie son effectif diminuer de 50 %) s'appelle la demi-vie ou période.

LOI.EXPONENTIELLE.N renvoie `P(X = x)` si son troisième argument est positionné sur `FAUX` et `P(X < x)` si son troisième argument est positionné sur `VRAI`. La figure 13-66 illustre un exemple d'application de cette fonction pour trois valeurs `λ`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les cadres blancs. La plage *D3:F15* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative `P(X = x)` (valeurs représentées sur le premier graphique) et la plage *H3:J15* dans sa version cumulative `P(X < x)` (valeurs représentées sur le deuxième graphique). *LOI.EXPONENTIELLE* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et Excel 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.



x	λ = 0,5	λ = 1	λ = 2	λ = 0,5	λ = 1	λ = 2
0,01	0,498	0,990	1,960	0,005	0,010	0,020
0,25	0,441	0,779	1,213	0,118	0,221	0,393
0,50	0,389	0,607	0,736	0,221	0,393	0,632
0,75	0,344	0,472	0,446	0,313	0,528	0,777
1,00	0,303	0,368	0,271	0,393	0,632	0,865
1,25	0,268	0,287	0,164	0,465	0,713	0,918
1,50	0,236	0,223	0,100	0,528	0,777	0,950
1,75	0,208	0,174	0,060	0,583	0,826	0,970
2,00	0,184	0,135	0,037	0,632	0,865	0,982
2,25	0,162	0,105	0,022	0,675	0,895	0,989
2,50	0,143	0,082	0,013	0,713	0,918	0,993
2,75	0,126	0,064	0,008	0,747	0,936	0,996
3,00	0,112	0,050	0,005	0,777	0,950	0,998

Figure 13–66 Mise en œuvre de la fonction LOI.EXPONENTIELLE.N.

Loi du Khi-deux

Une variable aléatoire réelle Y suit une loi du Khi-deux à ν degrés de liberté, si elle admet pour densité de probabilité la fonction présentée figure 13-67.

$$f_\nu(y) = \frac{1}{2^{\frac{\nu}{2}}\,\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)} y^{\frac{\nu}{2}-1} e^{-\frac{y}{2}}$$

ν ≥ 1 (entier)
pour tout y positif
Γ est la fonction gamma d'Euler

Figure 13–67 Fonction de densité de la loi du Khi-deux.

COMPRENDRE D'où vient cette fonction ?

On considère ν variables aléatoires $(X_1, X_2, \ldots, X_\nu)$ indépendantes et suivant toutes une loi normale centrée réduite. On s'intéresse à la variable Y, somme du carré de ces ν variables indépendantes (figure 13-68).

$$Y = X_1^2 + X_2^2 + \ldots + X_\nu^2$$

Figure 13–68 Y est une variable construite à partir de la somme des carrés de ν variables indépendantes suivant toutes une loi normale centrée réduite.

De savantes démonstrations montrent que si deux variables indépendantes suivent respectivement deux lois Gamma de paramètres (α_1, β) et (α_2, β), leur somme suit une loi Gamma de paramètres $(\alpha_1 + \alpha_2, \beta)$. D'autres savantes démonstrations généralisent ce résultat à la somme de ν variables pour en conclure que la variable Y présentée quelques lignes plus haut suit une loi Gamma de paramètres $(\nu / 2, 2)$.

En appliquant ces paramètres à la définition de la loi Gamma, on retrouve la fonction de densité présentée figure 13-67 et on peut en conclure que Y suit bien une loi du Khi-deux à v degrés de liberté.

La loi du Khi-deux dépend du paramètre v, appelé nombre de degrés de liberté (ddl en abrégé). Il exprime le nombre de composantes indépendantes de Y.

COMPRENDRE Degrés de liberté

En statistiques, « degrés de liberté » désigne le nombre de valeurs aléatoires non déterminées par une équation. Un petit exemple s'impose : si l'on cherche deux nombres x et y dont la somme est 8, l'équation x + y = 8 ne permet de déterminer aucun des deux nombres, mais si x est choisi arbitrairement, y est déterminé (et inversement). À travers une telle équation, vous mettez en jeu deux variables aléatoires (X,Y), mais vous ne disposez que d'un degré de liberté.

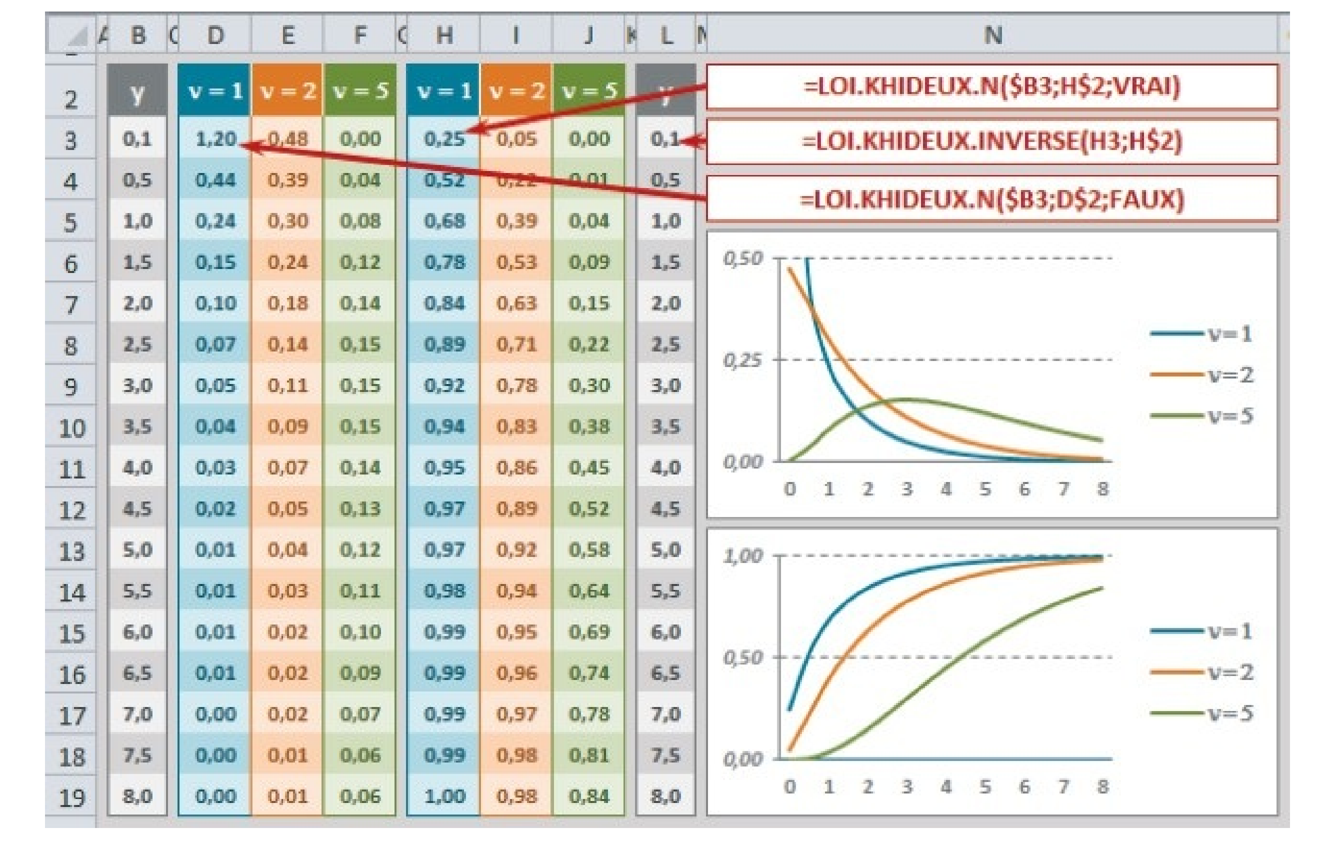
L'espérance d'une loi du Khi-deux est égale à v et sa variance à 2v. Lorsque v est « grand » (v > 100), la loi du Khi-deux peut être approchée par une loi normale d'espérance v et de variance 2v.

EN PRATIQUE À quoi sert-elle ?

Cette loi est mise à contribution à travers deux tests : le test d'ajustement du Khi-deux et le test d'indépendance. Deux exemples sont donnés, vers la fin de ce chapitre, dans la section traitant des tests statistiques. Le premier exemple cherche à déterminer si la clientèle d'un magasin se répartit équitablement entre ses différentes caisses et le deuxième veut savoir si l'âge a un effet sur le fait d'être propriétaire ou locataire.

Tableau 13–14 Loi du Khi-deux

Fonction	Description
LOI.KHIDEUX.N	Si son troisième argument est positionné sur FAUX, cette fonction renvoie P(Y = y) et si son troisième argument est positionné sur VRAI, P(Y < y). La figure 13-69 illustre un exemple d'application de cette fonction pour trois valeurs de v. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les premier et troisième cadres blancs. La plage *D3:F19* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative P(Y = y) (valeurs représentées sur le premier graphique) et la plage *H3:J19* dans sa version cumulative P(Y < y) (valeurs représentées sur le deuxième graphique).
LOI.KHIDEUX.INVERSE	La plage *L3:L19* de la figure 13-69 affiche les résultats de la fonction *LOI.KHIDEUX.INVERSE*. À partir de F(y), probabilité de la fonction de répartition, *LOI.KHIDEUX.INVERSE* renvoie la première valeur de y respectant P(Y < y). Sa syntaxe apparaît en rouge dans le deuxième cadre blanc.



	B	D	E	F	H	I	J	L
2	y	v = 1	v = 2	v = 5	v = 1	v = 2	v = 5	y
3	0,1	1,20	0,48	0,00	0,25	0,05	0,00	0,1
4	0,5	0,44	0,39	0,04	0,52	0,22	0,01	0,5
5	1,0	0,24	0,30	0,08	0,68	0,39	0,04	1,0
6	1,5	0,15	0,24	0,12	0,78	0,53	0,09	1,5
7	2,0	0,10	0,18	0,14	0,84	0,63	0,15	2,0
8	2,5	0,07	0,14	0,15	0,89	0,71	0,22	2,5
9	3,0	0,05	0,11	0,15	0,92	0,78	0,30	3,0
10	3,5	0,04	0,09	0,15	0,94	0,83	0,38	3,5
11	4,0	0,03	0,07	0,14	0,95	0,86	0,45	4,0
12	4,5	0,02	0,05	0,13	0,97	0,89	0,52	4,5
13	5,0	0,01	0,04	0,12	0,97	0,92	0,58	5,0
14	5,5	0,01	0,03	0,11	0,98	0,94	0,64	5,5
15	6,0	0,01	0,02	0,10	0,99	0,95	0,69	6,0
16	6,5	0,01	0,02	0,09	0,99	0,96	0,74	6,5
17	7,0	0,00	0,02	0,07	0,99	0,97	0,78	7,0
18	7,5	0,00	0,01	0,06	0,99	0,98	0,81	7,5
19	8,0	0,00	0,01	0,06	1,00	0,98	0,84	8,0

Figure 13–69 Mise en œuvre des fonctions LOI.KHIDEUX.N et LOI.KHIDEUX.INVERSE.

Tableau 13–15 Loi du Khi-deux

Fonction	Description
LOI.KHIDEUX.DROITE	La fonction *LOI.KHIDEUX.N*, dans sa version cumulée, renvoie `P(Y < y)`, c'est-à-dire la probabilité que la variable `Y` prenne une valeur inférieure à `y`. Or, que ce soit pour un test d'ajustement ou d'indépendance (voir l'aparté précédent), on n'a pas besoin de connaître `P(Y < y)`, mais plutôt `P(Y ≥ y)`. Il est bien évident que l'une peut se déduire de l'autre à travers la relation suivante : `P(Y ≥ y) = 1 - P(Y < y)`. Cependant, Excel, dans sa grande bonté, propose la fonction *LOI.KHIDEUX.DROITE* qui renvoie directement le résultat. La plage *D3:D23* de la figure 13-70 donne les résultats de la fonction *LOI.KHIDEUX.N* pour `5` degrés de liberté dans sa version non cumulative (valeurs ayant permis de tracer la courbe du graphique) et la plage *F3:F23* donne les résultats de la même fonction dans sa version cumulative.
	La plage *H3:H23* donne les résultats de la fonction *LOI.KHIDEUX.DROITE* pour `5` degrés de liberté. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le deuxième cadre blanc. On constate aisément que ses résultats ajoutés à ceux de la plage *F3:F23* donnent toujours `1`. On a symbolisé cette relation dans le graphique en prenant `10` comme valeur de `y` et en hachurant en vert la surface sous la courbe correspondant à la valeur de la cellule *F13*. La partie blanche, quant à elle, correspond à la valeur de la cellule *H13* (la somme de *F13* et *H13* faisant bien `1`, mesure de la surface

	totale sous la courbe). *LOI.KHIDEUX* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
LOI.KHIDEUX.INVERSE.DROITE	La plage *J3:J23* de la figure 13-70 affiche les résultats de la fonction *LOI.KHIDEUX.INVERSE.DROITE*. À partir de `1 - F(y)` (`1 -` probabilité de la fonction de répartition), *LOI.KHIDEUX.INVERSE.DROITE* renvoie la première valeur de `y` respectant `P(Y ≥ y)`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc. *KHIDEUX.INVERSE* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

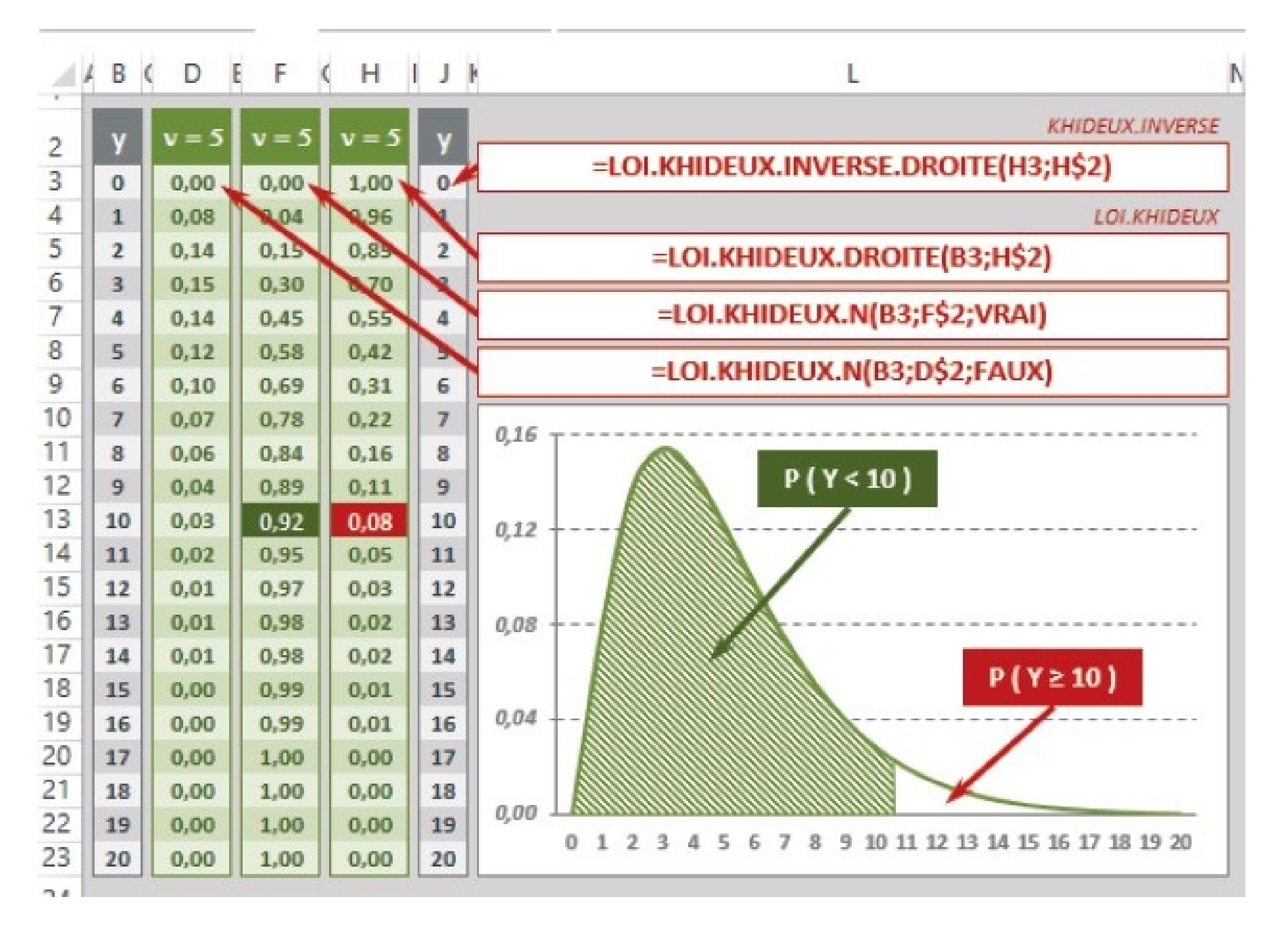


Figure 13–70 Mise en œuvre des fonctions LOI.KHIDEUX.DROITE et LOI.KHIDEUX.INVERSE.DROITE.

Loi de Student

Une variable aléatoire réelle `T` suit une loi de Student à `ν` degrés de liberté si elle admet pour densité de probabilité la fonction présentée figure 13-71.

$$f_\nu(t) = \frac{1}{\sqrt{\nu\pi}} \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)} \frac{1}{\left(1+\frac{t^2}{\nu}\right)^{\frac{\nu+1}{2}}}$$

$\nu \geq 1$ (entier)
Γ est la fonction Gamma d'Euler

Figure 13–71 Fonction de densité de la loi de Student.

COMPRENDRE D'où vient cette fonction ?

On considère deux variables aléatoires indépendantes `X` et `Y`. `X` suit une loi normale centrée réduite et `Y`, une loi du Khi-deux à `ν` degrés de liberté. On s'intéresse à la variable `T` issue du rapport de `X` et `Y`, présenté figure 13-72.

$$T_\nu = \frac{X}{\sqrt{\frac{Y}{\nu}}}$$

Figure 13–72 T est une variable construite à partir du rapport de X qui suit une loi normale centrée réduite et de la racine carrée de Y sur ν, Y suivant une loi du Khideux à ν degrés de liberté.

De savantes démonstrations montrent que l'on peut passer du rapport présenté figure 13-72 à celui de la figure 13-73, le numérateur et le dénominateur étant deux variables indépendantes suivant deux lois Gamma de paramètres `1/2` et `ν/2`.

$$\frac{T_\nu^2}{\nu} = \frac{\frac{X^2}{2}}{\frac{Y}{2}}$$

Figure 13–73 $X^2/2$ et Y/2 sont deux variables aléatoires indépendantes suivant deux lois Gamma de paramètres 1/2 et ν/2.

On en conclut que T_ν^2 / ν suit une loi Bêta de paramètres `1/2` et `ν/2`, ce qui (… toujours à l'issue de savants calculs) donne la définition de la fonction de densité présentée figure 13-71.

La loi de Student dépend du paramètre `ν`, appelé nombre de degrés de liberté. Lorsque `ν > 1`, l'espérance est égale à `0` et, lorsque `ν > 2`, la variance vaut `ν / (ν - 2)`.

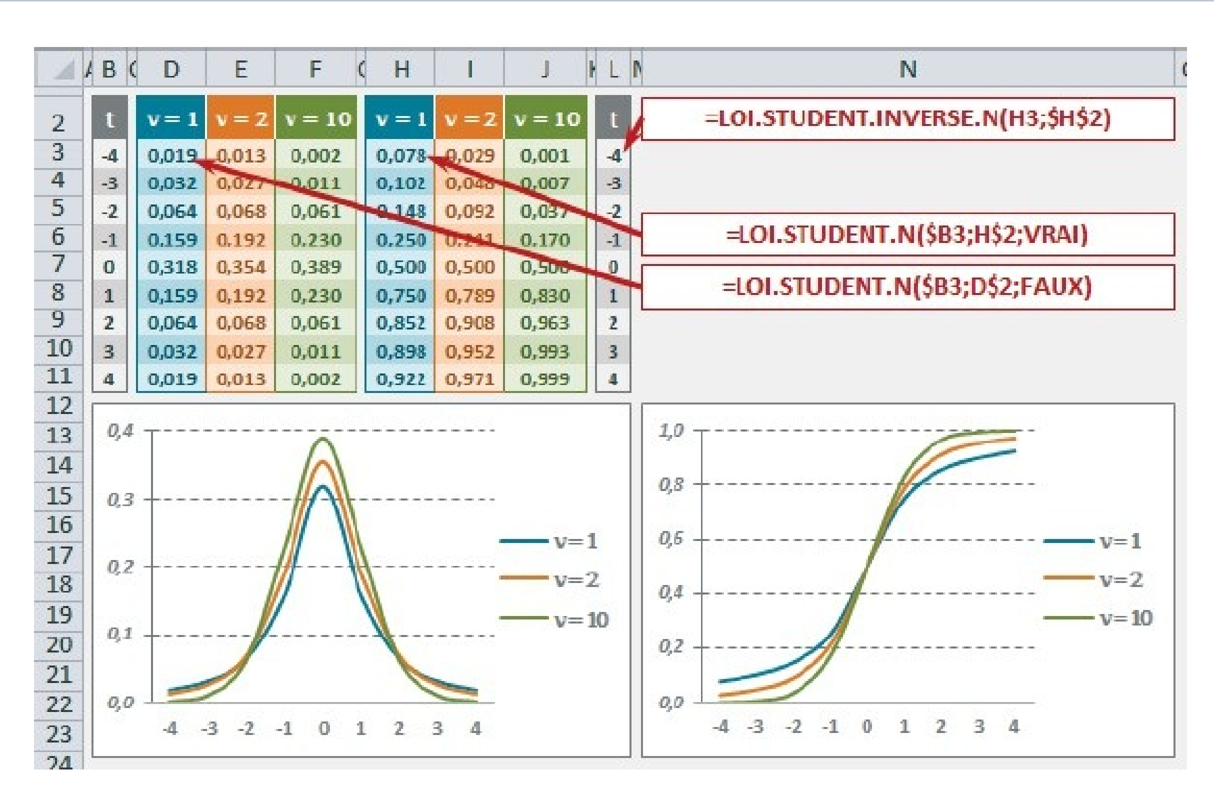
EN PRATIQUE À quoi sert-elle ?

À travers ce que l'on appelle « Test de Student », cette loi sert essentiellement à comparer les moyennes de deux populations. Pour y parvenir, on utilise les moyennes de deux petits échantillons tirés de ces populations, pour calculer une statistique appelée « T de Student », censée suivre une loi de Student. La comparaison de ce `T` et de la valeur pour laquelle la fonction de répartition de Student renvoie une probabilité d'erreur acceptable (généralement 5 %) permet d'en déduire l'égalité (ou la différence) des moyennes des deux populations initiales (voir l'exemple développé à la fin de cet

ouvrage dans la section traitant des tests statistiques).

Tableau 13–16 Loi de Student

Fonction	Description
LOI.STUDENT.N	Si son troisième argument est positionné sur `FAUX`, cette fonction renvoie `P(T = t)` et, si son troisième argument est positionné sur `VRAI`, elle renvoie `P(T < t)`. La figure 13-74 illustre un exemple d'application de cette fonction pour trois valeurs de v. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les deux derniers cadres blancs. La plage *D3:F11* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative `P(T = t)` (valeurs représentées sur le graphique de gauche) et la plage *H3:J11* dans sa version cumulative `P(T < t)` (valeurs représentées sur le graphique de droite).
LOI.STUDENT.INVERSE.N	La plage *L3:L11* de la figure 13-74 affiche les résultats de la fonction *LOI.STUDENT.INVERSE*. À partir de `F(t)`, probabilité de la fonction de répartition, *LOI.STUDENT.INVERSE* renvoie la première valeur de `t` respectant `P(T < t)`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc.



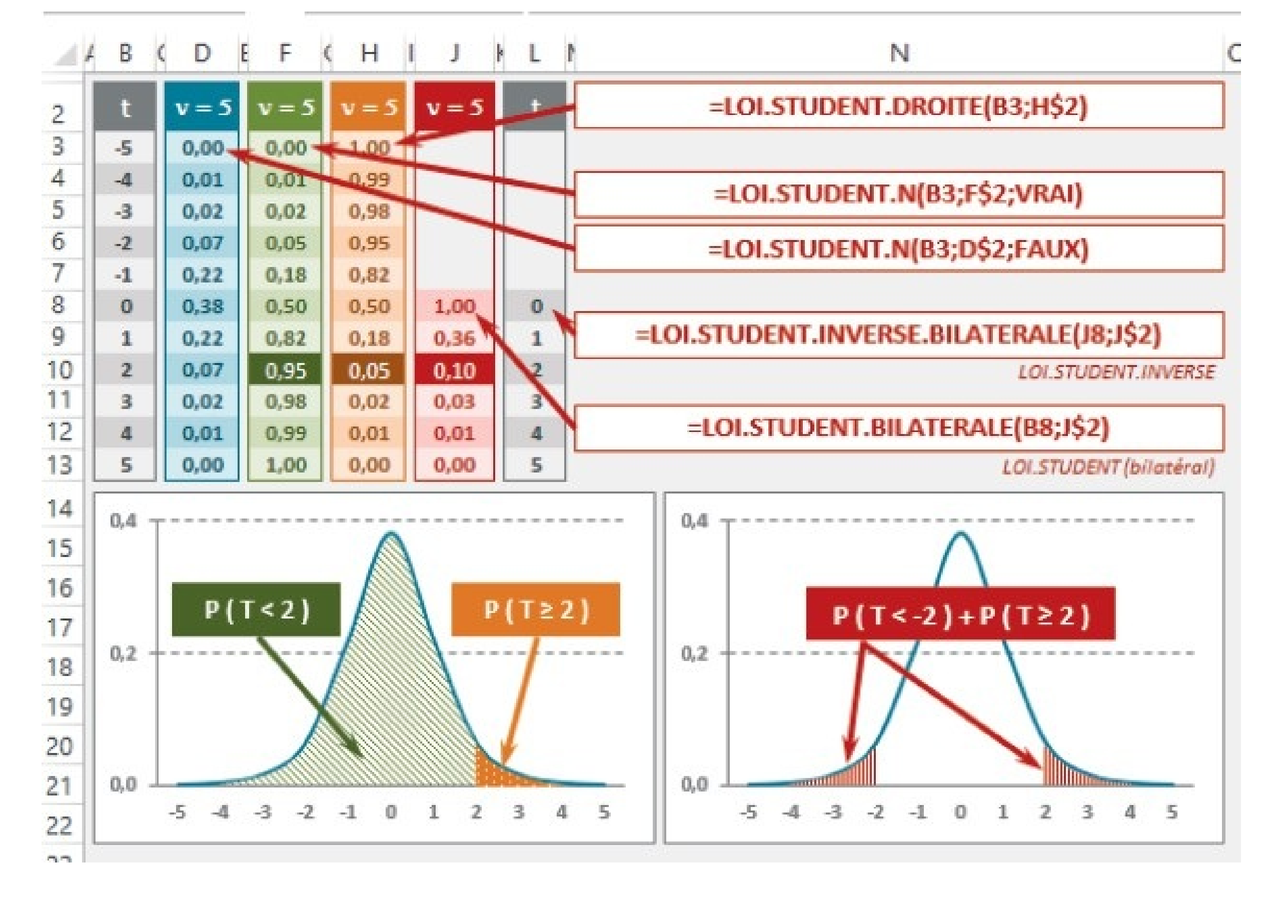
t	v = 1	v = 2	v = 10	v = 1	v = 2	v = 10	t
-4	0,019	0,013	0,002	0,078	0,029	0,001	-4
-3	0,032	0,027	0,011	0,102	0,048	0,007	-3
-2	0,064	0,068	0,061	0,148	0,092	0,037	-2
-1	0,159	0,192	0,230	0,250	0,241	0,170	-1
0	0,318	0,354	0,389	0,500	0,500	0,500	0
1	0,159	0,192	0,230	0,750	0,789	0,830	1
2	0,064	0,068	0,061	0,852	0,908	0,963	2
3	0,032	0,027	0,011	0,898	0,952	0,993	3
4	0,019	0,013	0,002	0,922	0,971	0,999	4

Figure 13–74 Mise en œuvre des fonctions LOI.STUDENT.N et LOI.STUDENT.INVERSE.N.

Tableau 13–17 Loi de Student

Fonction	Description
	La fonction *LOI.STUDENT.N*, dans sa version cumulée, renvoie `P(T < t)`. Or, pour un test de Student, on n'a pas besoin de connaître `P(T < t)`, mais plutôt `P(T ≥ t)` (queue de courbe à droite, renvoyée par *LOI.STUDENT.DROITE*) ou encore `P(T < -t) + P(T ≥ t)` (cumul des deux queues de

LOI.STUDENT.DROITE	courbe à droite et à gauche, renvoyé par *LOI.STUDENT.BILATERALE*). La plage *D3:D13* de la figure 13-75 donne les résultats de la fonction *LOI.STUDENT.N* pour `5` degrés de liberté dans sa version non cumulative (valeurs ayant permis de tracer la courbe des deux graphiques) et la plage *F3:F13* donne les résultats de la même fonction, dans sa version cumulative. Leur syntaxe apparaît dans les deuxième et troisième cadres blancs. La plage *H3:H13* donne les résultats de la fonction *LOI.STUDENT.DROITE* pour `5` degrés de liberté. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc.
	On constate aisément que ses résultats ajoutés à ceux de la plage *F3:F13* donnent toujours `1`. On a symbolisé cette relation dans le premier graphique en prenant `2` comme valeur de `t` et en hachurant en vert la surface sous la courbe correspondant à la valeur de la cellule *F10*. La partie orange, quant à elle, correspond à la valeur de la cellule *H10* (la somme de *F10* et *H10* faisant bien `1`, mesure de la surface totale sous la courbe). *LOI.STUDENT* en mode unilatéral (c'est-à-dire avec son troisième argument égal à `1`) est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
LOI.STUDENT.BILATERALE	La plage *J8:J13* donne les résultats de la fonction *LOI.STUDENT.BILATERALE* pour `5` degrés de liberté. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le dernier cadre blanc. On constate aisément que ses résultats sont le double de ceux renvoyés par la fonction *LOI.STUDENT.DROITE* (la fonction est symétrique). On a symbolisé les deux queues de courbe correspondant au cumul des deux probabilités renvoyé par la fonction, en prenant `2` comme valeur de `t` et en hachurant en rouge la surface sous la courbe correspondant à la valeur de la cellule *J10*. *LOI.STUDENT* en mode bilatéral (c'est-à-dire avec son troisième argument égal à `2`) est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
LOI.STUDENT.INVERSE.BILATERALE	La plage *L8:L13* de la figure 13-75 affiche les résultats de la fonction *LOI.STUDENT.INVERSE.BILATERALE*. À partir de `[1 - F(t)] + F(-t)` [`1` - probabilité de la fonction de répartition pour `t`] + probabilité de la fonction de répartition pour `-t`, *LOI.STUDENT.INVERSE.BILATERALE* renvoie la première valeur de t respectant `P(T ≥ t) + P(T < -t)`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le quatrième cadre blanc. *LOI.STUDENT.INVERSE* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.



t	ν = 5	ν = 5	ν = 5	ν = 5	t
-5	0,00	0,00	1,00		
-4	0,01	0,01	0,99		
-3	0,02	0,02	0,98		
-2	0,07	0,05	0,95		
-1	0,22	0,18	0,82		
0	0,38	0,50	0,50	1,00	0
1	0,22	0,82	0,18	0,36	1
2	0,07	0,95	0,05	0,10	2
3	0,02	0,98	0,02	0,03	3
4	0,01	0,99	0,01	0,01	4
5	0,00	1,00	0,00	0,00	5

Figure 13–75 Mise en œuvre des fonctions LOI.STUDENT.DROITE, LOI.STUDENT.BILATERALE et LOI.STUDENT.INVERSE.BILATERALE.

CORRESPONDANCES Loi de Student, loi normale et loi de Fisher

Lorsque ν croît, la distribution de Student converge vers une loi normale. En pratique, les deux distributions sont très proches dès que $\nu > 30$.

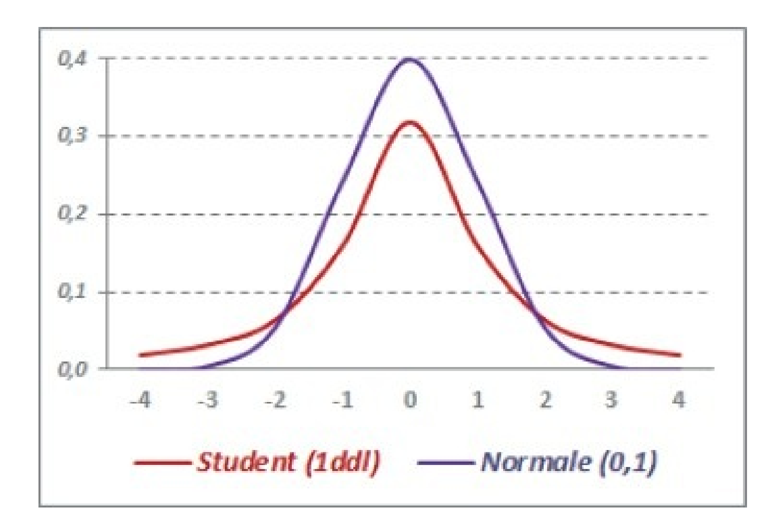


Figure 13–76 Représentation graphique de la fonction de densité de probabilité de la loi normale centrée réduite et de la loi de Student à un degré de liberté.

Plus ν grandit, plus le sommet de la courbe rouge (Student) se rapproche de celui de la courbe violette (Normale) et plus sa base se resserre.
Le carré d'une variable aléatoire distribuée selon une loi de Student à ν degrés de liberté est distribué selon une loi de Fisher à $\nu_1 = 1$ et $\nu_2 = \nu$ degrés de liberté.

Loi de Fisher-Snedecor

Une variable aléatoire réelle X suit une loi de Fisher-Snedecor à ν_1 et ν_2 degrés de liberté, si elle admet pour densité de probabilité la fonction présentée figure 13-77.

$$f_{\nu_1,\nu_2}(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{\nu_1+\nu_2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu_2}{2}\right)\Gamma\left(\frac{\nu_1}{2}\right)} \left(\nu_1^{\frac{\nu_1}{2}} \ \nu_2^{\frac{\nu_2}{2}}\right) \left(\frac{x^{\frac{\nu_1}{2}-1}}{(\nu_1 x + \nu_2)^{\frac{\nu_1+\nu_2}{2}}}\right)$$

Γ est la fonction Gamma d'Euler

$\nu_1 \geq 1$ et $\nu_2 \geq 1$ (entiers)

Figure 13–77 Fonction de densité de la loi de Fisher-Snedecor.

COMPRENDRE D'où vient cette fonction ?

On considère deux variables aléatoires indépendantes Y_1 et Y_2, toutes deux suivant une loi du Khi-deux à respectivement ν_1 et ν_2 degrés de liberté. On s'intéresse à la variable X issue du rapport de Y_1 et Y_2, présentée figure 13-78.

$$X = \frac{Y_1/\nu_1}{Y_2/\nu_2}$$

Figure 13–78 X est une variable construite à partir du rapport des variables Y_1 et Y_2, toutes deux suivant une loi du Khi-deux à, respectivement, ν_1 et ν_2 degrés de liberté.

En passant par des relations intermédiaires faisant intervenir une loi Bêta de paramètres $\nu_1/2$ et $\nu_2/2$, de savantes démonstrations aboutissent à la définition de la fonction de densité de la loi de Fisher-Snedecor présentée figure 13-77.

La loi de Fisher-Snedecor dépend des paramètres ν_1 et ν_2, appelés nombre de degrés de liberté (voir, plus haut, l'aparté sur les degrés de liberté).

Lorsque $\nu_2 > 2$, l'espérance vaut $\nu_2 / (\nu_2 - 2)$. Lorsque $\nu_2 > 4$, la variance est égale à $2\nu_2^2(\nu_1 + \nu_2 - 2) / [\nu_1(\nu_2 - 2)^2 (\nu_2 - 4)]$.

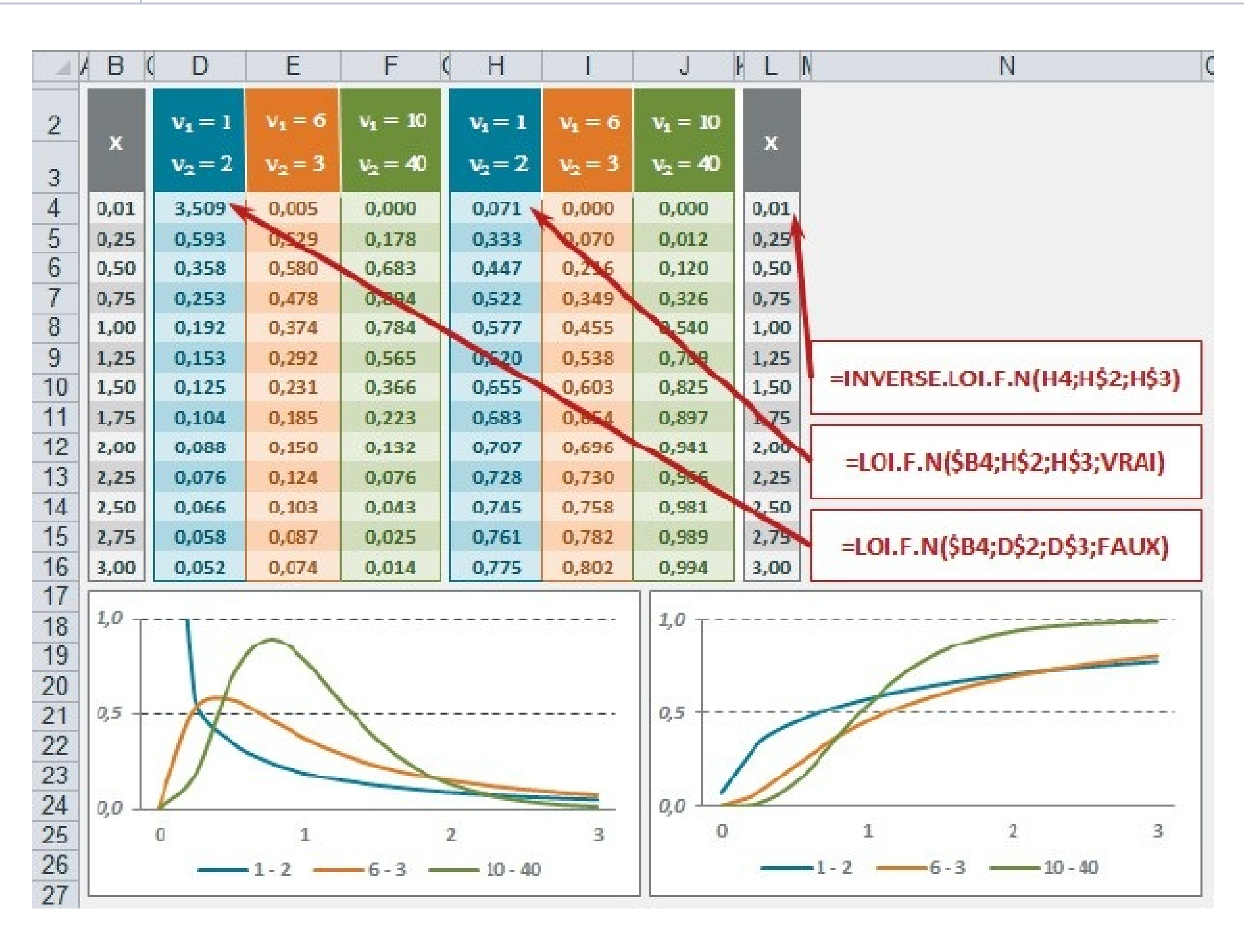
EN PRATIQUE À quoi sert-elle ?

À travers ce que l'on appelle « Test de Fisher-Snedecor », cette loi sert essentiellement à comparer les variances de deux populations. Pour y parvenir, on utilise les variances de deux petits échantillons tirés de ces populations, pour calculer une statistique appelée « F », censée suivre une loi de Fisher-Snedecor. La comparaison de ce F et de la valeur pour laquelle la fonction de répartition de Fisher-Snedecor renvoie une probabilité d'erreur acceptable (généralement 5 %) permet d'en déduire l'égalité (ou la différence) des variances des deux populations initiales (voir l'exemple développé à la fin de cet ouvrage dans la section traitant des tests statistiques).
La statistique « F » est également utilisée pour tester la fiabilité du coefficient de détermination dans

un calcul de régression (voir plus haut la section traitant de la régression multiple).

Tableau 13–18 Loi de Fisher-Snedecor

Fonction	Description
LOI.F.N	Si son quatrième argument est positionné sur `FAUX`, cette fonction renvoie `P(X = x)` et si son quatrième argument est positionné sur `VRAI`, elle renvoie `P(X < x)`. La figure 13-79 illustre un exemple d'application de cette fonction pour trois couples de valeurs ν_1 et ν_2. Sa syntaxe apparaît en rouge dans les deux derniers cadres blancs. La plage *D4:F16* donne les résultats de la fonction dans sa version non cumulative `P(X = x)` (valeurs représentées sur le graphique de gauche) et la plage *H4:J16* dans sa version cumulative `P(X < x)` (valeurs représentées sur le graphique de droite).
INVERSE.LOI.F.N	La plage *L4:L16* de la figure 13-79 affiche les résultats de la fonction *INVERSE.LOI.F.N*. À partir de `F(x)`, probabilité de la fonction de répartition, *INVERSE.LOI.F.N* renvoie la première valeur de `x` respectant `P(X < x)`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc.



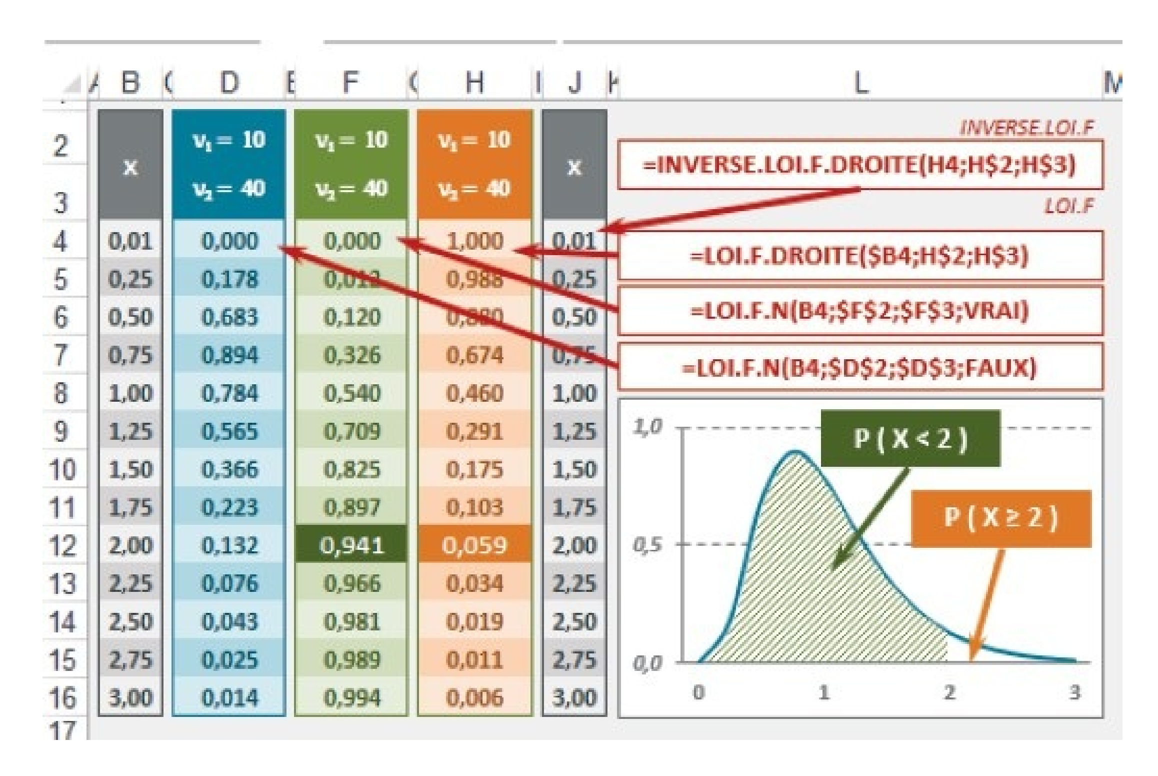
x	$\nu_1 = 1$ $\nu_2 = 2$	$\nu_1 = 6$ $\nu_2 = 3$	$\nu_1 = 10$ $\nu_2 = 40$	$\nu_1 = 1$ $\nu_2 = 2$	$\nu_1 = 6$ $\nu_2 = 3$	$\nu_1 = 10$ $\nu_2 = 40$	x
0,01	3,509	0,005	0,000	0,071	0,000	0,000	0,01
0,25	0,593	0,529	0,178	0,333	0,070	0,012	0,25
0,50	0,358	0,580	0,683	0,447	0,216	0,120	0,50
0,75	0,253	0,478	0,894	0,522	0,349	0,326	0,75
1,00	0,192	0,374	0,784	0,577	0,455	0,540	1,00
1,25	0,153	0,292	0,565	0,620	0,538	0,709	1,25
1,50	0,125	0,231	0,366	0,655	0,603	0,825	1,50
1,75	0,104	0,185	0,223	0,683	0,654	0,897	1,75
2,00	0,088	0,150	0,132	0,707	0,696	0,941	2,00
2,25	0,076	0,124	0,076	0,728	0,730	0,966	2,25
2,50	0,066	0,103	0,043	0,745	0,758	0,981	2,50
2,75	0,058	0,087	0,025	0,761	0,782	0,989	2,75
3,00	0,052	0,074	0,014	0,775	0,802	0,994	3,00

Figure 13–79 Mise en œuvre des fonctions LOI.F.N et INVERSE.LOI.F.N.

Tableau 13–19 Loi de Fisher-Snedecor

Fonction	Description
	La fonction *LOI.F.N*, dans sa version cumulée, renvoie `P(X < x)`, c'est-à-dire la probabilité que la variable `X` prenne une valeur inférieure à `x`. Or, pour un test de Fisher-Snedecor, on n'a pas besoin de connaître `P(X < x)`, mais plutôt, `P(X ≥ x)`

	(queue de courbe à droite, renvoyée par *LOI.F.DROITE*). La plage *D4:D16* de la figure 13-80 donne les résultats de la fonction *LOI.F.N* pour `10` et `40` degrés de liberté dans sa version non cumulative (valeurs ayant permis de tracer la courbe du graphique) et la plage *F4:F16* donne les résultats de la même fonction dans sa version cumulative. Leur syntaxe apparaît dans les troisième et quatrième cadres blancs.
LOI.F.DROITE	La plage *H4:H16* donne les résultats de la fonction *LOI.F.DROITE* pour `10` et `40` degrés de liberté. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le deuxième cadre blanc. On constate aisément que ses résultats ajoutés à ceux de la plage *F4:F16* donnent toujours `1`. On a symbolisé cette relation dans le graphique en prenant `2` comme valeur de `x` et en hachurant en vert la surface sous la courbe correspondant à la valeur de la cellule *F12*. La partie orange, quant à elle, correspond à la valeur de la cellule *H12* (la somme de *F12* et *H12* faisant bien `1`, mesure de la surface totale sous la courbe). *LOI.F* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.
INVERSE.LOI.F.DROITE	La plage *J4:J16* de la figure 13-80 affiche les résultats de la fonction *INVERSE.LOI.F.DROITE*. À partir de `1 - F(x)` (`1` - probabilité de la fonction de répartition pour `x`), *INVERSE.LOI.F.DROITE* renvoie la première valeur de `x` respectant `P(X ≥ x)`. Sa syntaxe apparaît en rouge dans le premier cadre blanc. *INVERSE.LOI.F* est l'ancienne forme de cette fonction. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.



	B	D	F	H	J
2–3	x	$v_1 = 10$ $v_2 = 40$	$v_1 = 10$ $v_2 = 40$	$v_1 = 10$ $v_2 = 40$	x
4	0,01	0,000	0,000	1,000	0,01
5	0,25	0,178	0,012	0,988	0,25
6	0,50	0,683	0,120	0,880	0,50
7	0,75	0,894	0,326	0,674	0,75
8	1,00	0,784	0,540	0,460	1,00
9	1,25	0,565	0,709	0,291	1,25
10	1,50	0,366	0,825	0,175	1,50
11	1,75	0,223	0,897	0,103	1,75
12	2,00	0,132	0,941	0,059	2,00
13	2,25	0,076	0,966	0,034	2,25
14	2,50	0,043	0,981	0,019	2,50
15	2,75	0,025	0,989	0,011	2,75
16	3,00	0,014	0,994	0,006	3,00

Figure 13–80 Mise en œuvre des fonctions LOI.F.DROITE et INVERSE.LOI.F.DROITE.

Indicateurs, tests et intervalles de confiance

Les fonctions afférentes aux tests, intervalles et indicateurs sont présentées ici, car elles font toutes référence aux distributions théoriques abordées dans les sections précédentes.

Aplatissement d'une courbe

> **PRÉCISION Pourquoi présenter cet indicateur (Kurtosis) ici ?**
>
> Le Kurtosis est un coefficient indiquant le degré d'aplatissement d'une courbe à l'aune de celui de la loi normale. À ce titre, sa place serait davantage au début de ce chapitre, parmi les indicateurs destinés à mieux cerner la forme d'une distribution (dispersion, coefficient d'asymétrie, etc.). Toutefois, la fonction *KURTOSIS* d'Excel faisant référence à la loi normale, il semblait plus intéressant de la présenter une fois tous les détails sur cette loi connus.

La fonction *KURTOSIS* utilise les valeurs d'une variable pour renvoyer un coefficient.

- Si ce coefficient est proche de zéro, on en conclut que le degré d'aplatissement de la courbe de la variable étudiée est proche de celui de la loi normale.
- Si ce coefficient est négatif, sa courbe est plus aplatie.
- Si ce coefficient est positif, sa courbe est plus pointue.

Pour illustrer ces différentes situations, on a mesuré la consommation annuelle de champagne (en nombre de bouteilles) dans trois échantillons de 78 ménages tirés de trois populations distinctes.

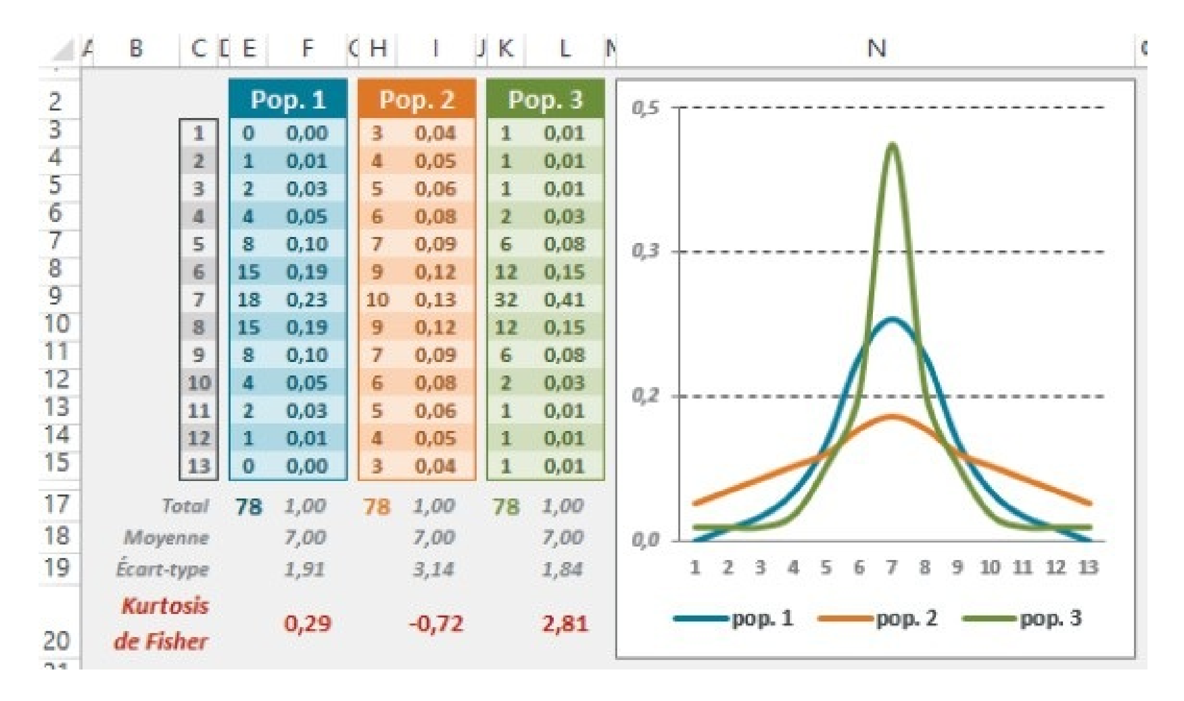
	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U
2	Population 1						Population 2						Population 3					
3	2	3	3	4	7	4	1	1	1	2	7	2	3	4	4	5	7	5
4	4	4	5	5	7	5	2	2	3	3	7	3	5	5	5	5	7	11
5	5	5	5	5	7	5	3	3	4	4	7	4	10	10	9	9	7	9
6	12	11	11	10	7	10	4	4	4	5	7	5	9	9	9	6	7	6
7	10	10	9	9	7	9	5	5	5	5	7	5	6	6	6	6	7	6
8	9	9	9	9	7	9	13	13	13	12	7	12	6	6	6	6	7	6
9	6	6	6	6	7	6	12	12	11	11	7	11	8	8	8	8	7	8
10	6	6	6	6	7	6	11	11	10	10	7	10	8	8	8	8	7	8
11	6	6	6	6	7	7	10	10	10	9	7	9	8	8	12	13	7	7
12	8	8	8	8	7	8	9	9	9	9	8	9	7	7	7	7	7	7
13	8	8	8	8	6	8	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
14	8	8	8	8	7	7	6	6	6	8	7	8	7	7	7	7	7	7
15	7	7	7	7	8	7	8	8	8	8	8	8	7	7	1	2	7	7

Figure 13–81 Nombre de bouteilles de champagne consommées annuellement par 78 ménages issus de 3 populations différentes.

Les plages *B3:G15*, *I3:N15* et *P3:U15* ont été nommées respectivement `Population1`, `Population2` et `Population3`.

À partir des valeurs de ces trois variables, on a calculé la fréquence des diverses

modalités (`1` à `13`) ainsi que la moyenne, l'écart-type et le Kurtosis (figure 13-82).



	Pop. 1		Pop. 2		Pop. 3	
1	0	0,00	3	0,04	1	0,01
2	1	0,01	4	0,05	1	0,01
3	2	0,03	5	0,06	1	0,01
4	4	0,05	6	0,08	2	0,03
5	8	0,10	7	0,09	6	0,08
6	15	0,19	9	0,12	12	0,15
7	18	0,23	10	0,13	32	0,41
8	15	0,19	9	0,12	12	0,15
9	8	0,10	7	0,09	6	0,08
10	4	0,05	6	0,08	2	0,03
11	2	0,03	5	0,06	1	0,01
12	1	0,01	4	0,05	1	0,01
13	0	0,00	3	0,04	1	0,01
Total	78	1,00	78	1,00	78	1,00
Moyenne		7,00		7,00		7,00
Écart-type		1,91		3,14		1,84
Kurtosis de Fisher		0,29		-0,72		2,81

Figure 13–82 Écart-type, moyenne et Kurtosis des trois variables étudiées.

Pour calculer les indicateurs de la première variable, on a utilisé les formules suivantes :

- en *E3*, `=NB.SI(Population1;C3)`, formule recopiée ensuite dans la plage *E4:E15* ;
- en *E17*, `=SOMME(E3:E15)` et *F17*, `=SOMME(F3:F15)` ;
- en *F18*, `=MOYENNE(Population1)` ;
- en *F19*, `=ECARTYPE.STANDARD(Population1)` ;
- en *F20*, `=KURTOSIS(Population1)`.

Les trois courbes du graphique de la figure 13-82 ont été tracées à partir des plages *F3:F15*, *I3:I15* et *L3:L15*. On observe bien que la courbe de la variable correspondant à la population 3, dotée d'un Kurtosis de `2,81`, est assez pointue, alors que celle correspondant à la population 2, dotée d'un Kurtosis de `-0,71` est relativement aplatie. Celle qui correspond à la population 1, quant à elle, ressemble beaucoup à une distribution normale (Kurtosis de `0,29`).

COMPRENDRE Comment le Kurtosis est-il calculé ?

Le coefficient de Kurtosis est obtenu à partir de la moyenne des écarts des données à la moyenne, élevés à la puissance 4. Pour obtenir ensuite un nombre sans dimension, on divise le résultat par le carré de la variance (première formule présentée en rouge figure 13-83).
Cette formule, appliquée aux valeurs des trois variables, renvoie `3,11`, `2,19` et `5,42`. Ces coefficients diffèrent de ceux renvoyés par la fonction *KURTOSIS*. En effet, en statistiques, on manipule deux types de coefficients d'aplatissement : le Kurtosis et le Kurtosis de Fisher.
Le premier correspond à la première formule de la figure 13-83 et renvoie un coefficient qu'il s'agit ensuite de comparer à `3` (étalon correspondant au Kurtosis d'une distribution normale).
Le second correspond à la dernière formule de la figure 13-83, constituée de trois composantes dont

le détail est fourni par les formules qui apparaissent en gris. Le Kurtosis de Fisher renvoie un coefficient qu'il s'agit ensuite de comparer à `0` (étalon correspondant au Kurtosis de Fisher d'une distribution normale). La fonction *KURTOSIS* d'Excel renvoie donc un Kurtosis de Fisher.

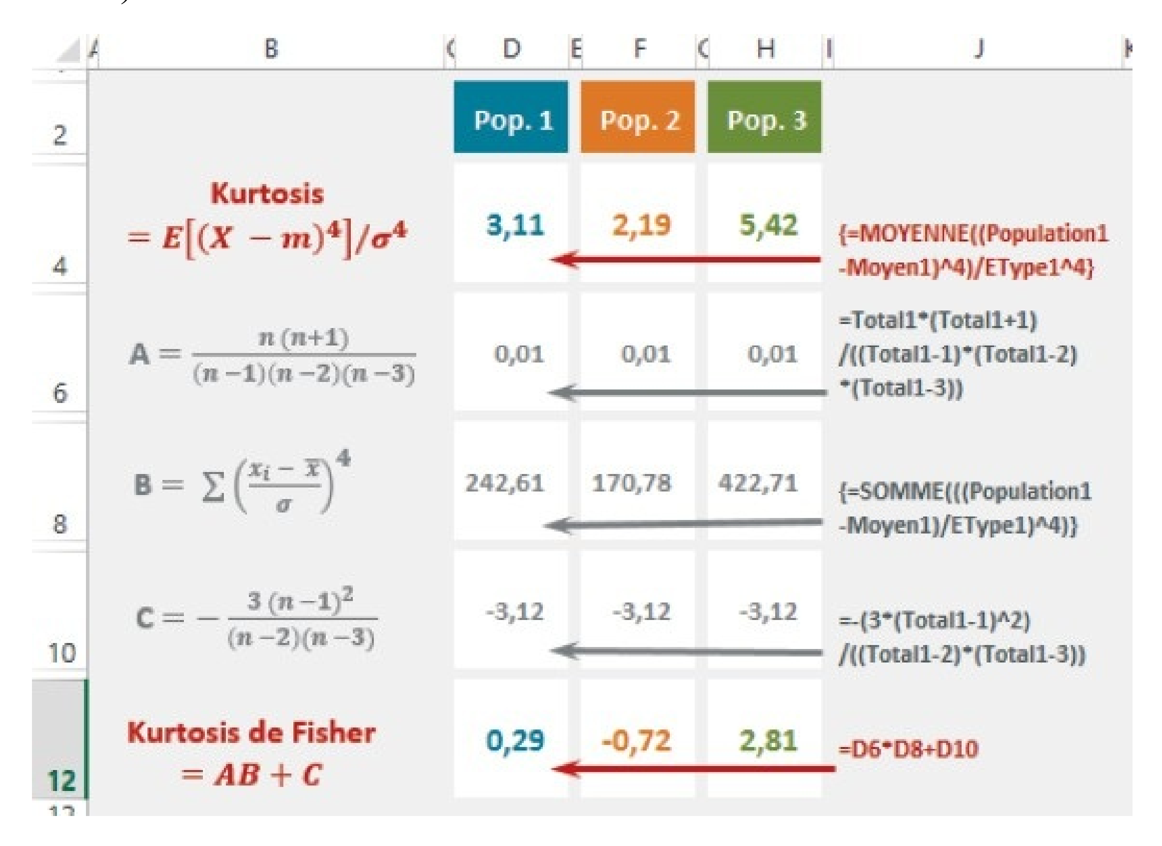


Figure 13–83 Décomposition du calcul d'un Kurtosis et d'un Kurtosis de Fisher.

Dans la figure 13-82 :

- les cellules *E17*, *H17* et *K17* ont été nommées `Total1`, `Total2` et `Total3` ;
- les cellules *F18*, *I18* et *L18* ont été nommées `Moyen1`, `Moyen2` et `Moyen3` ;
- les cellules *F19*, *I19* et *L19* ont été nommées `EType1`, `EType2` et `Etype3`.

Ces noms ont été utilisés pour construire les formules de la figure 13-83, dont la syntaxe est donnée en colonne *J*.

- En ligne *4*, on a calculé le Kurtosis en appliquant la formule indiquée en rouge colonne *B* (attention, il s'agit d'une formule matricielle, donc à valider avec les touches *Ctrl+Maj+Entrée*). Les résultats correspondent au Kurtosis des trois variables.
- En ligne *6*, on a calculé la première composante, `A`, du Kurtosis de Fisher en appliquant la formule indiquée en gris colonne *B*.
- En ligne *8*, on a calculé la deuxième composante, `B`, du Kurtosis de Fisher en appliquant la formule indiquée en gris colonne *B* (attention, il s'agit d'une formule matricielle, donc à valider avec les touches *Ctrl+Maj+Entrée*).
- En ligne *10*, on a calculé la troisième composante, `C`, du Kurtosis de Fisher en appliquant la formule indiquée en gris colonne *B*.
- Enfin, en ligne *12*, on a assemblé les trois composantes `A`, `B` et `C` pour calculer le Kurtosis de Fisher qui renvoie bien la même valeur que la fonction *KURTOSIS* d'Excel.

Tests d'hypothèses

L'étude de certaines populations, trop coûteuse, nécessite l'utilisation de techniques d'échantillonnage. Quelques tests ont été mis au point pour estimer ensuite dans quelle mesure les résultats obtenus sur les échantillons peuvent être étendus à la population. Ces tests permettent également de comparer plusieurs sous-populations, ou de vérifier l'adéquation à une loi de probabilité des données observées.

Un test sert à éprouver une hypothèse : on confronte une hypothèse H_0 (hypothèse à vérifier) à une hypothèse H_1 (contre-hypothèse). Pour mieux comprendre cette notion, voici quelques exemples d'hypothèses H_0 : « L'âge n'a pas d'effet sur le fait d'être locataire ou propriétaire », ou encore « La moyenne de la population 1 est égale à celle de la population 2 ». L'objectif du test est de savoir si, pour un niveau de confiance donné, on doit rejeter ou non H_0. Le risque d'erreur (α) couramment utilisé est `5%` (on vise donc un niveau de confiance de `95 %`). Le risque de rejeter H_0 à tort est dit « de première espèce » et celui de l'accepter à tort est dit « de seconde espèce ».

TECHNIQUE Test unilatéral ou bilatéral (qualifier H1)

Pour appréhender cette distinction, il faut bien comprendre que la formulation d'un test dépend énormément de la personne intéressée par son résultat. Prenons l'exemple d'un fabriquant de distributeurs de boissons automatiques. À travers un test, on souhaite vérifier la moyenne de `10 ml` par café annoncée par ce fabriquant. Quel que soit le point de vue du testeur, l'hypothèse H_0 sera $\mu = 10$. En revanche, H_1 sera formulée différemment pour un technicien ou un consommateur. Pour un technicien, H_1 sera $\mu \neq 10$ (test bilatéral) alors que pour un consommateur, H_1 sera $\mu < 10$ (test unilatéral). En effet, le technicien est intéressé par tout écart sur la moyenne annoncée : quantités trop petites (qui peuvent à la longue altérer la qualité du produit distribué) ou trop grandes (si le gobelet est insuffisamment grand et les débordements fréquents, la machine peut éventuellement tomber en panne plus souvent), alors que le consommateur est surtout motivé par le fait de ne pas être lésé. Il est donc essentiellement intéressé par les quantités inférieures à la moyenne annoncée (il n'est pas intéressé par la quantification des gobelets ayant reçu davantage de café).
En résumé, on peut dire que lorsque les valeurs du paramètre étudié sous H_1 sont toutes plus grandes ou toutes plus petites que la valeur du paramètre sous H_0, le test est dit unilatéral (H_0 : $\mu = 10$ versus H1 : $\mu > 10$ ou versus H_1 : $\mu < 10$), alors qu'avec H_0 : $\mu = 10$ versus H_1 : $\mu \neq 10$, le test est dit bilatéral.

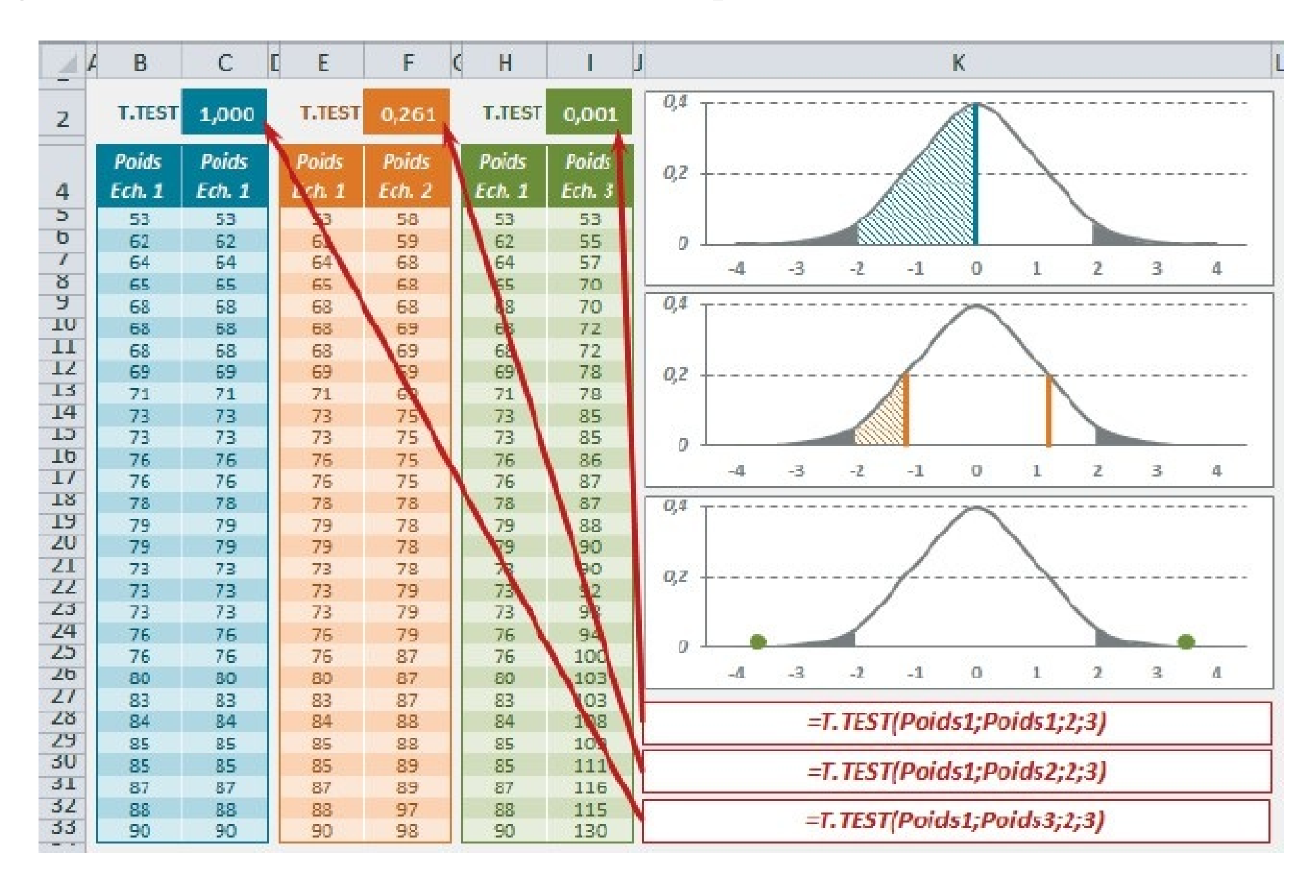
On distingue les tests de conformité (comparaison d'un paramètre à une norme), les tests d'homogénéité (égalité entre deux paramètres observés), les tests d'adéquation à une distribution statistique et les tests d'indépendance (validation d'une liaison entre deux caractères).

Test de Student

Ce test a été conçu pour aider à comparer les moyennes de deux populations à partir des données de deux petits échantillons d'individus (n_1 et n_2) tirés au hasard et distribués selon

une loi normale. Pour comprendre le fonctionnement de ce test, nous avons construit l’exemple présenté figure 13-84.

- La plage *B5:B33*, nommée `Poids1`, contient le poids des individus issus de la ville 1.
- La plage *F5:F33*, nommée `Poids2`, contient le poids des individus issus de la ville 2.
- La plage *I5:I33*, nommée `Poids3`, contient le poids des individus issus de la ville 3.



	B	C	E	F	H	I
2	T.TEST	1,000	T.TEST	0,261	T.TEST	0,001
4	Poids Ech. 1	Poids Ech. 1	Poids Ech. 1	Poids Ech. 2	Poids Ech. 1	Poids Ech. 3
5	53	53	53	58	53	53
6	62	62	[illegible]	59	62	55
7	64	64	64	68	64	57
8	65	65	65	68	65	70
9	68	68	68	68	68	70
10	68	68	68	69	[illegible]	72
11	68	68	68	69	[illegible]	72
12	69	69	69	69	69	78
13	71	71	71	[illegible]	71	78
14	73	73	73	75	73	85
15	73	73	73	75	73	85
16	76	76	76	75	76	86
17	76	76	76	75	76	87
18	78	78	78	78	78	87
19	79	79	79	78	79	88
20	79	79	79	78	79	90
21	73	73	73	78	[illegible]	[illegible]
22	73	73	73	79	73	[illegible]
23	73	73	73	79	73	[illegible]
24	76	76	76	79	76	94
25	76	76	76	87	76	100
26	80	80	80	87	80	103
27	83	83	83	87	83	103
28	84	84	84	88	84	[illegible]
29	85	85	85	88	85	[illegible]
30	85	85	85	89	85	111
31	87	87	87	89	87	116
32	88	88	88	97	88	115
33	90	90	90	98	90	130

Figure 13–84 Poids des 29 individus de trois échantillons tirés de villes différentes.

À partir de ces trois échantillons, on souhaite tester les deux hypothèses H_0 suivantes, avec un risque d’erreur acceptable de 5 % :

- `Moyenne du poids des individus de la ville 1 = Moyenne du poids des individus de la ville 2` ;
- `Moyenne du poids des individus de la ville 1 = Moyenne du poids des individus de la ville 3`.

Pour mettre en œuvre ce test, Excel propose la fonction *T.TEST*. La cellule *F2* contient la formule `=T.TEST(Poids1;Poids2;2;3)` pour tester la première hypothèse ; la cellule *I2* contient la formule `=T.TEST(Poids1;Poids3;2;3)` pour tester la seconde hypothèse. À titre de référence, on a entré en *C2* la formule `=T.TEST(Poids1;Poids1;2;3)` qui donne `1`, probabilité que l’hypothèse H_0, `Moyenne du poids des individus de la ville 1 = Moyenne du poids des individus de la ville 1` soit vraie (… ce qui, bien entendu est un test inutile puisqu’il s’agit de la même ville, mais permet de mieux comprendre la nature du résultat renvoyé).

DÉTAIL Troisième et quatrième arguments

Les deux hypothèses H_1 sont : `Moyenne population ville 1 ≠ Moyenne population ville 2` et `Moyenne population ville 1 ≠ Moyenne population ville 3`. Nous sommes donc dans un test bilatéral ; c'est pourquoi le troisième argument est positionné sur 2 (voir l'aparté « Test unilatéral ou bilatéral »). S'il s'agissait d'un test unilatéral, il serait positionné sur `1`.
Les échantillons 1 et 2 n'ont pas la même variance (voir la figure 13-86) et les échantillons 1 et 3 non plus. C'est pourquoi le quatrième argument est positionné sur 3 (s'ils avaient eu la même variance, il aurait été positionné sur 2).

Le résultat de la cellule *F2* est `0,261` (`26,1 %`). Il signifie que l'on est encore audessus du seuil de `5%` à partir duquel on a décidé de rejeter l'hypothèse H_0. On en conclut donc que la moyenne des poids est la même pour les populations des villes 1 et 2. Le résultat de la cellule *I2* est `0,001` (`0,1 %`). Il signifie que l'on est tombé sous le seuil de `5%` à partir duquel on a décidé de rejeter l'hypothèse H_0. On en conclut donc que la moyenne des poids de la population de la ville 1 est différente de celle de la ville 3 (… davantage de fast-foods dans la ville 3 peut-être ?).

COMPRENDRE Sur quelle formule est basée la fonction T.TEST ?

La formule sur laquelle est fondée la fonction *T.TEST* est présentée figure 13-85. Elle utilise la taille, la moyenne et l'écart-type de deux échantillons dont la distribution suit une loi normale. De savantes démonstrations montrent que cette statistique suit une loi de Student à $n_1 + n_2 - 2$ degrés de liberté.

$$\frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)\left(\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\right)}} \sim T_{n_1+n_2-2}$$

n_1, n_2 Taille des deux échantillons

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$ Moyenne des deux échantillons

σ_1, σ_2 Écart-type des deux échantillons

$T_{n_1+n_2-2}$ *Loi de Student à $n_1 + n_2 - 2$ degrés de liberté*

Figure 13–85 Calcul de la statistique sur laquelle est fondée la fonction T.TEST.

Les lignes *4* à *9* de la figure 13-86 calculent la taille, la moyenne et la variance des trois échantillons (la syntaxe des formules entrées en colonne *F* apparaît en colonne *I*).

	B	C	D	E	F	H	I
2			Villes 1-1	Villes 1-2	Villes 1-3	Risque erreur	
4	Taille 1er éch.	n_1	29	29	29		=NB(Poids1)
5	Taille 2è éch.	n_2	29	29	29		=NB(Poids3)
6	Moyenne 1er éch.	$\overline{X}_1$	75,00	75,00	75,00		=MOYENNE(Poids1)
7	Moyenne 2è éch.	$\overline{X}_2$	75,00	77,79	88,86		=MOYENNE(Poids3)
8	Variance 1er éch.	S_1	73,07	73,07	73,07		=VAR.S(Poids1)
9	Variance 2è éch.	S_2	73,07	102,46	355,84		=VAR.S(Poids3)
11		t	0,000	1,135	3,604	2,002	=-ABS((F6-F7)/RACINE(((1/F4)+(1/F5))*(((F4-1)*F8)+((F5-1)*F9))/(F4+F5-2)))
12	$P(T > \lvert t \rvert)$		1,00	0,26	0,001	0,050	=LOI.STUDENT.BILATERALE(F11;F4+F5-2)

Figure 13–86 *À* partir de la définition du test, calcul de la statistique T pour les trois échantillons.

La ligne *11* présente le résultat de la statistique `T` appliquée aux valeurs des échantillons 1-1, 1-2 et 1-3. La ligne *12* calcule la probabilité `P(T > |t|)`, selon une loi de Student à `(29 + 29 - 2) = 56` degrés de liberté, en utilisant pour `t` la valeur calculée en ligne *11*. Pour comprendre l'utilisation de la fonction *LOI.STUDENT.BILATERALE*, consultez la section réservée à l'étude de la loi de Student. La cellule *H11* correspond à la statistique `T` (`2,002`) qui donne la valeur de seuil pour accepter ou rejeter H_0, c'est-à-dire `5 %` (`0,05`).

Les trois graphiques de la figure 13-84 donnent une illustration des trois probabilités renvoyées par *T.TEST*. On a représenté en gris les deux queues de courbe correspondant au seuil d'acceptation ou de rejet des hypothèses H_0. On constate que les valeurs de `t` matérialisées par les barres bleues (villes 1-1) et orange (villes 1-2) sont bien à l'intérieur du seuil, alors que la valeur de `t` pour les villes 1-3, représentée par un cercle vert, est située à l'extérieur de la zone d'acceptation.

TEST.STUDENT est l'ancienne forme de la fonction *T.TEST*. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Test sur la moyenne

Ce test a été conçu pour mesurer la validité de la moyenne annoncée pour une population, à l'aune de celle d'un échantillon de valeurs observées, tirées de cette population. Les valeurs de cet échantillon doivent être distribuées selon une loi normale et la mesure de la représentativité de leur moyenne réalisée avec la fonction *Z.TEST*.

Pour comprendre le fonctionnement de ce test, nous avons construit l'exemple présenté figure 13-87. Les valeurs qui apparaissent dans la plage *B2:K11* représentent un échantillon de `100` taux de nitrates mesurés sur plusieurs jours, en différents points d'un circuit de distribution. Le fournisseur s'étant engagé sur un taux moyen de 11 ne devant pas être dépassé, on cherche à vérifier l'hypothèse H_0 : `µ = 11`, avec un risque d'erreur acceptable de `0,05`. L'hypothèse H_1 est donc : `µ > 11`.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O
2	9,8	10,5	10,7	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,8			
3	10,1	10,5	10,7	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,6	11,8			
4	10,2	10,5	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,6	11,8			
5	10,3	10,5	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,6	11,8			
6	10,3	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,6	11,9			
7	10,4	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,7	11,9	Seuil		
8	10,4	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,7	11,9	acceptable	μ	11,0
9	10,4	10,6	10,8	10,9	11,0	11,2	11,3	11,4	11,7	12,0			
10	10,4	10,7	10,9	10,9	11,0	11,2	11,3	11,5	11,7	12,0			
11	10,4	10,7	10,9	10,9	11,1	11,2	11,3	11,5	11,7	12,3	Test	Z	0,022

Figure 13–87 Échantillon de 100 taux de nitrates observés sur plusieurs points d'un circuit de distribution.

La plage *B2:K11* a été nommée `Nitrates`. La cellule *O7*, qui contient le taux moyen annoncé par le fournisseur a été nommée `Seuil`. La cellule *O10* contient la formule `=Z.TEST(Nitrates;Seuil)`. Elle permet de tester l'hypothèse H_0. Son résultat est `0,022`. Cette valeur étant inférieure à `0,05`, on peut rejeter l'hypothèse H_0 et mettre en doute la fiabilité du fournisseur quant à la qualité de l'eau distribuée.

COMPRENDRE Sur quelle formule est basée la fonction Z.TEST ?

La formule sur laquelle est fondée la fonction *Z.TEST* est présentée figure 13-88. Elle utilise la moyenne théorique de la population ainsi que la taille et la moyenne de l'échantillon, dont la distribution suit une loi normale. Le `σ` qui apparaît au dénominateur est en priorité celui de la population si on le connaît ; toutefois, on ne le connaît généralement pas et on utilise celui ayant été calculé à partir des valeurs de l'échantillon. De savantes démonstrations montrent que cette statistique suit une loi normale centrée réduite.

$$Z = \frac{\overline{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \sim N(0,1)$$

$\overline{X}$ *Moyenne de l'échantillon*
μ *Moyenne de la population*
σ *Écart-type de la population*
n *Taille de l'échantillon*

Figure 13–88 Calcul de la statistique sur laquelle est fondée Z.TEST.

À la figure 13-89, en *D2*, *D4* et *D6*, on a calculé la taille, la moyenne et l'écart-type de l'échantillon. En *I2* figure la formule renvoyant la valeur de `Z` (pour cet échantillon) à partir de ces trois calculs partiels. La colonne *J* affiche la syntaxe des formules entrées en colonne *I*.

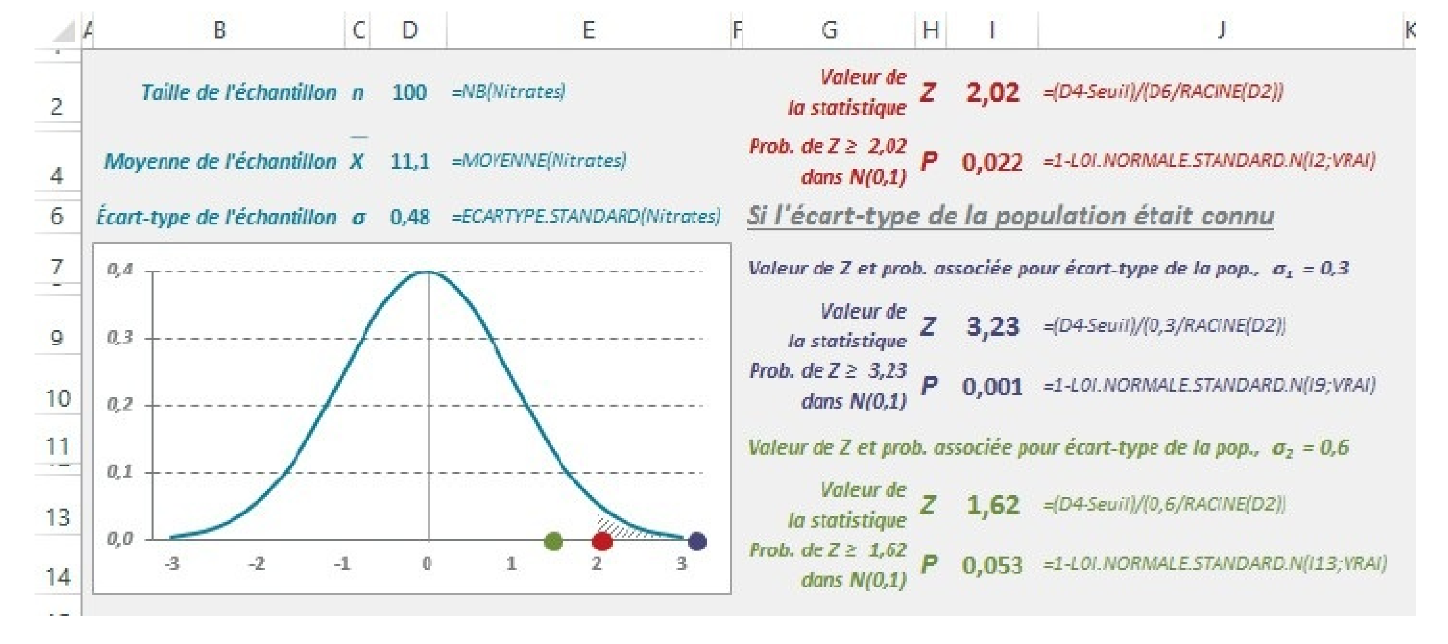


Figure 13–89 *À* partir de la définition du test, calcul de la statistique *Z* pour l'échantillon étudié.

Pour notre échantillon de `100` valeurs et pour une moyenne de la population annoncée de `11`, `Z` vaut `2,02`. Il faut donc calculer la probabilité que `Z` dépasse cette valeur selon la loi normale centrée réduite. En utilisant la fonction *LOI.NORMALE.STANDARD.N* dans sa version cumulée (voir la section consacrée à l'étude de la loi normale), la probabilité retournée en *I4* est `0,022`, valeur identique à celle renvoyée par la fonction *Z.TEST*.

La fonction *Z.TEST* accepte un troisième argument facultatif qui est l'écart-type de la population lorsque ce dernier est connu (on a vu que lorsqu'il ne l'est pas, c'est l'écart-type de l'échantillon qui est utilisé). Afin de voir l'effet de cette valeur sur la probabilité retournée, on a calculé deux autres statistiques `Z` en prenant un écart-type de la population inférieur à celui de l'échantillon (`0,3`) et un écart-type supérieur (`0,6`). Dans le premier cas, la probabilité retournée est encore bien plus petite que précédemment (on est donc encore davantage amené à rejeter l'hypothèse H_0). Dans le deuxième cas, la probabilité retournée est plus grande et atteint une valeur très légèrement supérieure à 5 %, ce qui nous autoriserait à ne pas rejeter H_0.

Le graphique de la figure 13-89 donne une illustration des trois probabilités calculées (avec l'écart-type de l'échantillon, un écart-type pour la population de `0,3` et un autre de `0,6`). On a représenté en gris la queue de courbe correspondant au seuil d'acceptation ou de rejet de l'hypothèse H_0). On a matérialisé par des cercles de couleur la position des valeurs de `Z` correspondant aux trois calculs. Les pastilles rouge et mauve se situent bien dans la zone de rejet alors que la pastille verte est placée dans la zone d'acceptation.

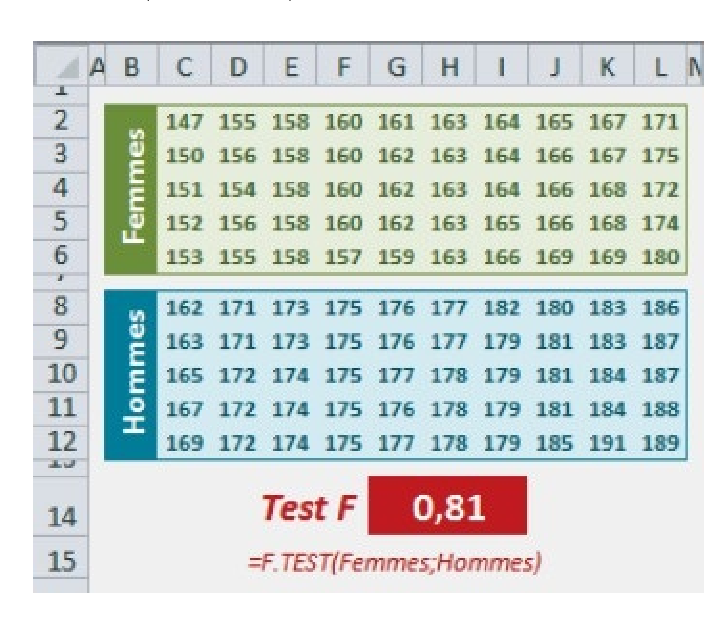
TEST.Z est l'ancienne forme de la fonction *Z.TEST*. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Test de Fisher-Snedecor

À partir de deux échantillons indépendants (n_1, n_2) distribués selon une loi normale, le test de Fisher-Snedecor indique si, avec un risque d'erreur acceptable, les variances des populations dont ils sont issus peuvent être considérées comme identiques. La statistique

utilisée ici est construite à partir du rapport des variances des deux échantillons (la plus importante étant placée au dénominateur). De savantes démonstrations montrent que cette statistique suit une loi de Fisher-Snedecor à $n_1 - 1$ et $n_2 - 1$ degrés de liberté (voir la section réservée à l'étude de la loi de Fisher-Snedecor).

Pour comprendre ce test, nous avons construit l'exemple présenté figure 13-90. À partir de deux échantillons de 50 femmes et 50 hommes habitant tous la même ville, on souhaite savoir, pour l'ensemble de la ville, si la variance de la variable « Taille » pour la population masculine est la même que celle de la population féminine. La plage réunissant les tailles de l'échantillon féminin (*C2:L6*) a été nommée `Femmes` et celle qui réunit les tailles de l'échantillon masculin (*C8:L12*) a été nommée `Hommes`.



	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Femmes	147	155	158	160	161	163	164	165	167	171
3		150	156	158	160	162	163	164	166	167	175
4		151	154	158	160	162	163	164	166	168	172
5		152	156	158	160	162	163	165	166	168	174
6		153	155	158	157	159	163	166	169	169	180
8	Hommes	162	171	173	175	176	177	182	180	183	186
9		163	171	173	175	176	177	179	181	183	187
10		165	172	174	175	177	178	179	181	184	187
11		167	172	174	175	176	178	179	181	184	188
12		169	172	174	175	177	178	179	185	191	189
14					Test F	0,81					
15					=F.TEST(Femmes;Hommes)						

Figure 13–90 Taille de 50 hommes et 50 femmes constituant deux échantillons dont les valeurs suivent une loi normale.

L'hypothèse H_0 que nous souhaitons évaluer avec *F.TEST* est donc « variance de la variable `Taille des hommes habitant la ville` = variance de la variable `Taille des femmes habitant la ville` ». La formule `=F.TEST(Femmes;Hommes)` entrée en *G14* renvoie `0,81` (`81 %`), qui est bien supérieur à `5 %` (pourcentage d'erreur généralement retenu pour considérer comme vraie l'hypothèse H_0). On peut donc affirmer que la variance de la taille des hommes de cette ville est la même que celle de la taille des femmes.

COMPRENDRE Sur quelle formule est basée la fonction F.TEST ?

Le test de Fisher-Snedecor étant calculé à partir du rapport des variances de deux échantillons, on a entré, dans la figure 13-91, en *D2* et *D6*, les formules calculant ces deux variances. La syntaxe des formules apparaît en colonne *F*. La cellule *D10* affiche la valeur de ce rapport, `0,93` (on place toujours la variance la plus grande au dénominateur). On utilise ensuite *LOI.F.N*, présentée dans la section réservée à l'étude de la loi de Fisher-Snedecor. Avec les degrés de liberté `49` et `49` ($n_1 - 1$ et $n_2 - 1$), on obtient bien `0,81` (ce qui est conforme au résultat renvoyé par la fonction *F.TEST*). On

utilise ici 2*LOI.F.N car on travaille avec une probabilité bilatérale (l'hypothèse H_1 étant $\sigma_f \neq \sigma_h$, le test est bilatéral).

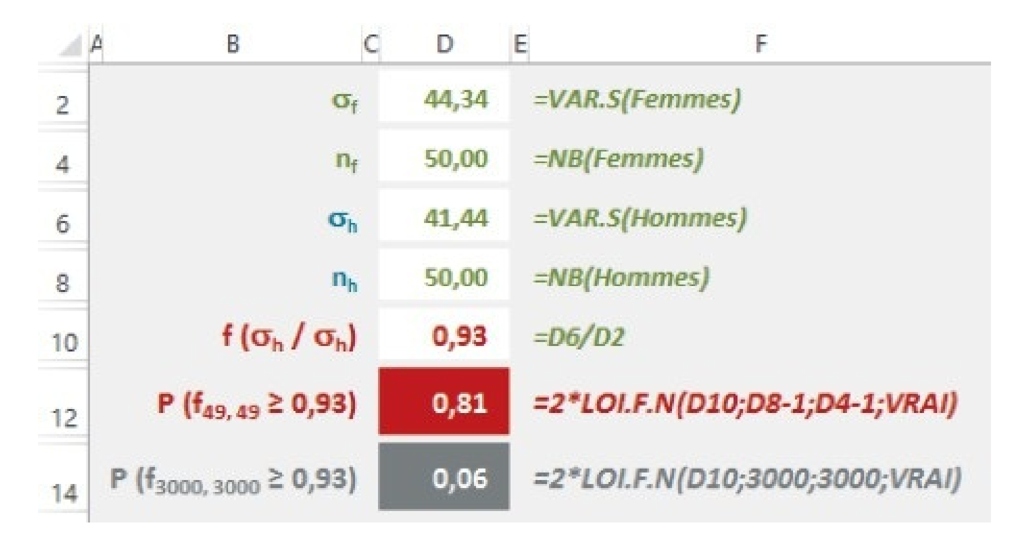


Figure 13–91 *À* partir de la définition du test, calcul de la statistique F pour l'échantillon étudié.

Mesurer la validité de la statistique F à l'aune de la loi de Fisher-Snedecor permet de tenir compte de la taille de l'échantillon utilisé. De manière un peu simpliste, on peut dire qu'une légère différence observée sur la variance de deux petits échantillons devient de moins en moins acceptable avec de grands échantillons. Avec les deux variances de notre exemple (41,44 et 44,34), on peut dire que le même rapport de variances (0,93) observé sur deux échantillons de 3 000 individus nous rapprocherait de la probabilité critique de 5% (voir les calculs effectués dans la cellule *D14*). À partir d'un échantillon de 3 350 individus, nous serions amenés à rejeter l'hypothèse H_0.

TEST.F est l'ancienne forme de la fonction *F.TEST*. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Test d'ajustement du Khi-deux

Ce test a été conçu pour vérifier que les valeurs observées dans un échantillon se distribuaient selon une loi normale (condition sur laquelle reposent les tests de Student, du Z et de Fisher). Plus généralement, le test d'ajustement du Khi-deux permet de confronter l'hypothèse H_0, « la variable étudiée obéit à la distribution théorique spécifiée », à la contre-hypothèse H_1, « la variable étudiée n'obéit pas à la distribution théorique spécifiée ». Pour mettre en œuvre ce test, Excel propose la fonction *CHISQ.TEST*.

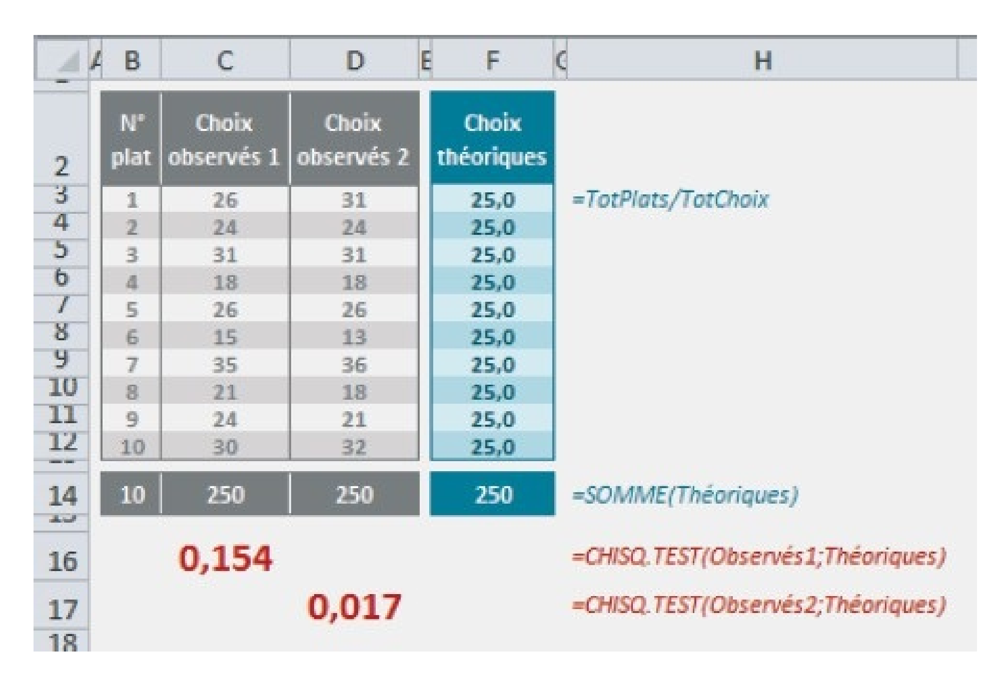
Concrètement, pour mettre en œuvre ce test, il faut regrouper les données de l'échantillon en n classes et comparer les effectifs observés dans chacune des classes (O_i) avec les effectifs espérés théoriquement ($_{Ti}$) pour que H_0 soit vraie. On peut alors calculer la statistique d'ajustement dont la formule est donnée figure 13-92.

$$\sum_{i=0}^{n} \frac{(O_i - T_i)^2}{T_i} \sim \chi^2_{n-1-r}$$

Figure 13–92 Statistique d'ajustement du Khi-deux.

> **CRITÈRES Conditions d'utilisation de ce test**
>
> On démontre qu'à partir d'une taille d'échantillon supérieure ou égale à 30 et avec des effectifs espérés tous supérieurs ou égaux à 5, la statistique d'ajustement obéit, sous H_0, à une loi du Khi-deux à `n-1-r` degrés de liberté (`r` représentant le nombre de paramètres qu'il a fallu définir pour pouvoir calculer les effectifs théoriques).

Pour comprendre le fonctionnement de ce test, nous avons construit l'exemple présenté figure 13-93. Un restaurateur propose dix plats. Il souhaite savoir si le choix de ses clients se répartit équitablement entre ces dix plats. Il procède à deux observations : la première un mercredi midi et la seconde un samedi soir. La plage *C3:D12* contient les résultats de ces deux observations (à chaque fois, il a servi 250 clients).



	B	C	D	F	H
2	N° plat	Choix observés 1	Choix observés 2	Choix théoriques	
3	1	26	31	25,0	=TotPlats/TotChoix
4	2	24	24	25,0	
5	3	31	31	25,0	
6	4	18	18	25,0	
7	5	26	26	25,0	
8	6	15	13	25,0	
9	7	35	36	25,0	
10	8	21	18	25,0	
11	9	24	21	25,0	
12	10	30	32	25,0	
14	10	250	250	250	=SOMME(Théoriques)
16		0,154			=CHISQ.TEST(Observés1;Théoriques)
17			0,017		=CHISQ.TEST(Observés2;Théoriques)

Figure 13–93 Un restaurateur observe les choix de ses clients relativement aux dix plats proposés dans sa carte.

La plage *C3:C12* a été nommée `Observés1`, la plage `D3:D12 Observés2`, la cellule `B14 TotChoix`, la cellule `C14 TotPlats` et la plage `F3:F12 Théoriques`. Dans cette dernière, le restaurateur a calculé les effectifs théoriques correspondant à l'hypothèse H_0 : « le choix des clients se répartit équitablement sur les dix plats ». La syntaxe de la formule utilisée dans cette plage est donnée cellule *H3*.

> **CRITÈRES Vérifier que l'on est bien dans les conditions d'utilisation du test**
>
> Avant d'aller plus loin, on vérifie bien que l'exemple se prête au test d'ajustement du Khi-deux :
> - la taille de l'échantillon est supérieure à `30` (on a observé `250` individus) ;

• tous les effectifs espérés sont supérieurs ou égaux à `5` (ils valent tous `25`).
On peut donc procéder au test.

En *C16*, on a entré la formule `=CHISQ.TEST(Observés1;Théoriques)` qui renvoie `0,154` et en *D17*, la formule `=CHISQ.TEST(Observés2;Théoriques)` qui renvoie `0,017`. En fixant à 5 % le risque d'accepter H_0 à tort, on peut en conclure que le mercredi midi, H_0 est vraie (le choix des clients se répartit équitablement entre les dix plats) car `0,154 > 0,05`, alors qu'en considérant les résultats du samedi soir, il faut rejeter H_0 (`0,017 < 0,05`).

COMPRENDRE Sur quels calculs est basée la fonction CHISQ.TEST ?

La formule sur laquelle est fondée la fonction *CHISQ.TEST* est présentée figure 13-92. À la figure 13-94, on l'a appliquée en *D2* et *D3* aux deux échantillons observés (attention, il s'agit de formules matricielles qu'il faut donc valider en pressant les touches *Ctrl+Maj+Entrée*).

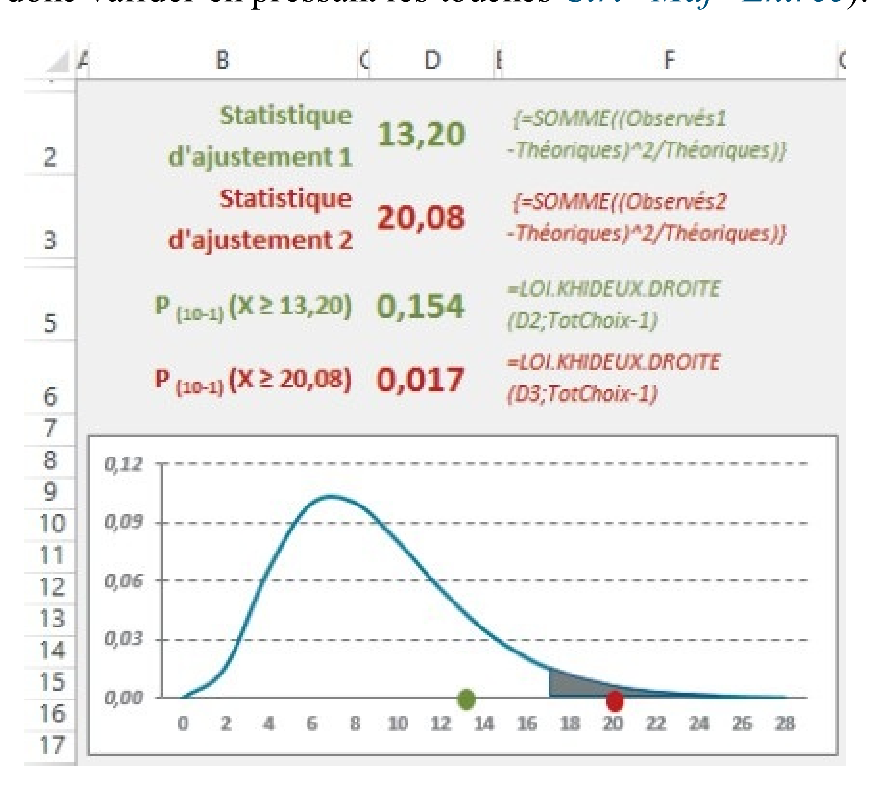


Figure 13–94 Calcul de la statistique sur laquelle est fondée CHISQ.TEST.

Comme on l'a annoncé dans l'introduction, cette statistique suit une loi du Khi-deux à `n-1-r` degrés de liberté. Les effectifs théoriques ayant pu être directement calculés sans fixer de paramètre quelconque, `r = 0`. Il faut donc mesurer les deux statistiques calculées en *D2* et *D3* à l'aune d'une loi du Khi-deux à `9` degrés de liberté (`10-1`).
Pour tracer la courbe du graphique, on a utilisé la fonction *LOI.KHIDEUX.N* (sous sa forme non cumulative) avec `9` degrés de liberté. La surface sous la courbe correspondant à la probabilité P_9 `(X > 16,92) = 0,05`, c'est-à-dire la zone de rejet de l'hypothèse H_0, a été grisée. On a utilisé en *D5* la formule `=LOI.KHIDEUX.DROITE(D2;TotChoix-1)` pour obtenir la probabilité correspondant à la première statistique et, en *D6*, la formule `=LOI.KHIDEUX.DROITE(D3;TotChoix-1)` pour obtenir la probabilité correspondant à la deuxième statistique (voir la section consacrée à l'étude de la loi du Khi-deux). Les deux valeurs retournées sont bien les mêmes que celles de la fonction *CHISQ.TEST*.

Sur le graphique, on a matérialisé par des points de couleur la valeur des deux statistiques. On observe bien que la première (`13,20`) se trouve dans la zone d'acceptation, alors que la seconde (`20,08`) est située dans la zone de rejet de l'hypothèse H_0.

Test d'indépendance du Khi-deux

Le test du Khi-deux peut également servir à mesurer l'indépendance de deux caractères pris par une même population. En d'autres termes, ce test indique si la valeur prise pour l'un des caractères influence celle qui est prise pour l'autre. Il est souvent utilisé pour croiser des tranches d'âge et des niveaux de revenus, ou encore des niveaux de scolarité et des types de sports ou de voyages et, même, le sexe des individus et leurs opinions politiques. Le test d'indépendance utilise la même statistique que le test d'ajustement, c'est-à-dire celle qui est basée sur la formule présentée figure 13-92.

Pour comprendre le fonctionnement de ce test, nous avons construit l'exemple présenté figure 13-96. À partir d'un échantillon de 2 500 individus, on cherche à savoir si le fait d'être propriétaire ou locataire est lié à l'âge. À partir des données observées (plage *D3:E6* nommée `Observés`), on a fait les totaux en ligne et en colonne (plages *F3:F7* et *D7:F7*). Dans le tableau vert, on a utilisé ces totaux pour construire les valeurs théoriques de la plage *D9:E12* (nommée `Théo`). La syntaxe de la formule entrée en *D9* apparaît en *H9*. Elle a ensuite été recopiée dans la plage *D9:E12*.

EN PRATIQUE Calculer le tableau des effectifs théoriques

Concrètement, pour mettre en œuvre ce test, il faut regrouper les données de la variable correspondant au premier caractère en `M` classes, celles de la variable correspondant au deuxième caractère en `N` classes, puis calculer les effectifs croisés O_{mn} (voir figure 13-95).

Effectifs observés

		Caractère B						
		B_1	B_2	…	B_n	…	B_N	Total
Caractère A	A_1	O_{11}	O_{12}		O_{1n}		O_{1N}	$O_{1\bullet}$
	A_2	O_{21}	O_{22}		O_{2n}		O_{2N}	$O_{2\bullet}$
	…							…
	A_m	O_{m1}	O_{m2}		O_{mn}		O_{mN}	$O_{m\bullet}$
	…							…
	A_M	O_{M1}	O_{M2}		O_{mn}		O_{MN}	$O_{M\bullet}$
	Total	$O_{\bullet 1}$	$O_{\bullet 2}$	…	$O_{\bullet n}$	…	$O_{\bullet N}$	O_{MN}

Effectifs théoriques

		Caractère B						
		B_1	B_2	…	B_n	…	B_N	Total
Caractère A	A_1	$(O_{1\bullet} * O_{\bullet 1}) / O_{MN}$	$(O_{1\bullet} * O_{\bullet 2}) / O_{MN}$		$(O_{1\bullet} * O_{\bullet n}) / O_{MN}$		$(O_{1\bullet} * O_{\bullet N}) / O_{MN}$	$O_{1\bullet}$
	A_2	$(O_{2\bullet} * O_{\bullet 1}) / O_{MN}$	$(O_{2\bullet} * O_{\bullet 2}) / O_{MN}$		$(O_{2\bullet} * O_{\bullet n}) / O_{MN}$		$(O_{2\bullet} * O_{\bullet N}) / O_{MN}$	$O_{2\bullet}$
	…							…
	A_m	$(O_{m\bullet} * O_{\bullet 1}) / O_{MN}$	$(O_{m\bullet} * O_{\bullet 2}) / O_{MN}$		$(O_{m\bullet} * O_{\bullet n}) / O_{MN}$		$(O_{m\bullet} * O_{\bullet N}) / O_{MN}$	$O_{m\bullet}$
	…							…
	A_M	$(O_{M\bullet} * O_{\bullet 1}) / O_{MN}$	$(O_{M\bullet} * O_{\bullet 2}) / O_{MN}$		$(O_{M\bullet} * O_{\bullet n}) / O_{MN}$		$(O_{M\bullet} * O_{\bullet N}) / O_{MN}$	$O_{M\bullet}$
	Total	$O_{\bullet 1}$	$O_{\bullet 2}$	…	$O_{\bullet n}$	…	$O_{\bullet N}$	O_{MN}

Figure 13–95 Tableaux des effectifs observés et théoriques nécessaires au calcul d'un test d'indépendance du Khi-deux.

Une fois ce premier tableau établi (plage *D5:I10*), il faut calculer les `T`$_{mn}$, effectifs théoriques obtenus à partir du produit des totaux en lignes et en colonnes, ramené à l'effectif total (plage *D16:I21*). La suite se déroule comme pour le test d'ajustement, en utilisant comme valeurs observées les données du premier tableau et comme valeurs théoriques celles du deuxième tableau. La valeur de la statistique obtenue doit être mesurée à l'aune d'une loi du Khi-deux à `(M-1) × (N-1)` degrés de liberté.

		Proprié-taires	Loca-taires	Total	
Observations	20-29	240	260	500	← =SOMME(D3:E3)
	30-44	375	375	750	
	45-59	431	319	750	
	60 et +	268	232	500	
	Total	1 314	1 186	2 500	← =SOMME(F3:F6)
V. théoriques	20-29	262,8	237,2	500	=$F3*D$7/$F$7
	30-44	394,2	355,8	750	
	45-59	394,2	355,8	750	
	60 et +	262,8	237,2	500	CHISQ.TEST = 0,0035
	Total	1 314	1 186	2 500	=CHISQ.TEST(D3:E6;D9:E12)

Figure 13–96 Le tableau gris réunit les données observées et le tableau vert, les valeurs théoriques.

CRITÈRES Vérifier que l'on est bien dans les conditions d'utilisation du test

Avant d'aller plus loin, on vérifie bien que l'exemple se prête au test d'indépendance du Khi-deux :
- la taille de l'échantillon est supérieure à `30` (on a observé `2 500` individus) ;
- tous les effectifs espérés sont supérieurs ou égaux à *5* (ils valent au minimum `237`).

On peut donc procéder au test.

En *H12*, on a entré la formule `=CHISQ.TEST(Observés;Théo)` qui renvoie `0,0035`. En fixant à 5 % le risque d'accepter H_0 à tort (H_0 = « L'âge n'a pas d'influence sur le fait d'être propriétaire ou locataire »), on peut en conclure que l'âge a une influence, car `0,0035 < 0,05`. Il faut donc rejeter H_0.

COMPRENDRE Détail du calcul

À la figure 13-97, on a appliqué la formule de calcul de la statistique du Khi-deux en *C2* (attention, il s'agit d'une formule matricielle, qu'il faut donc valider en pressant les touches *Ctrl+Maj+Entrée*).

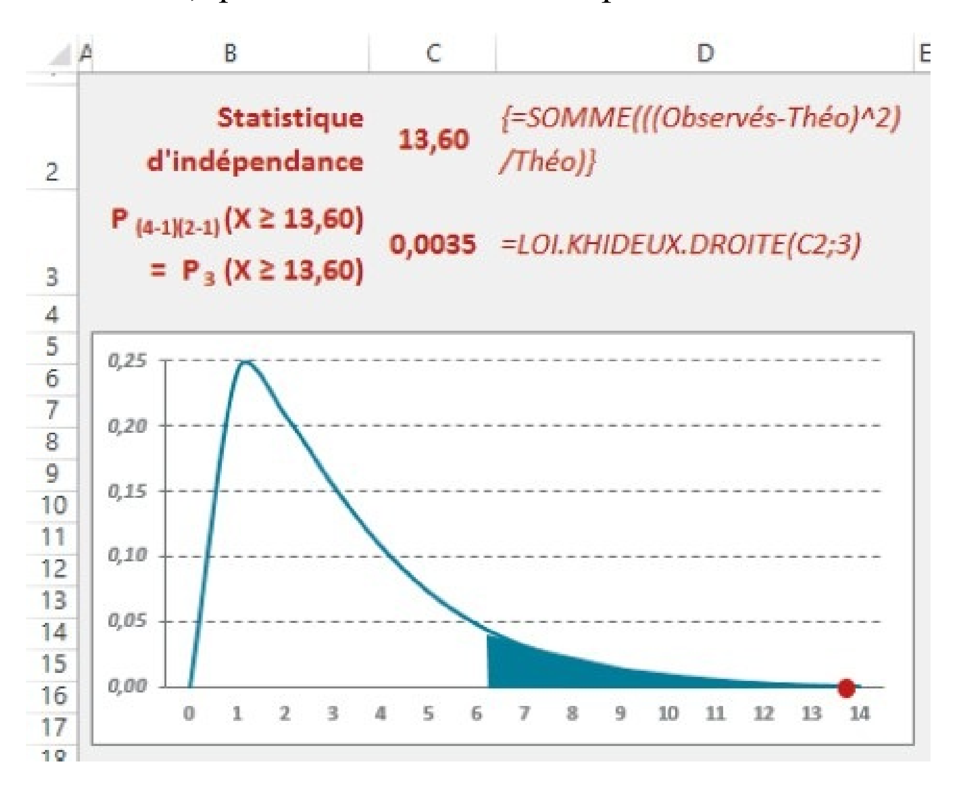


Figure 13–97 Calcul de la statistique sur laquelle est fondée CHISQ.TEST.

Dans le cadre d'un test d'indépendance, cette statistique suit une loi du Khi-deux à `(M-1) × (N-1) = (4-1) × (2-1) = 3` degrés de liberté. Il faut donc mesurer la statistique calculée en *C2* à l'aune d'une loi du Khi-deux à `3` degrés de liberté.

Pour tracer la courbe du graphique, on a utilisé la fonction *LOI.KHIDEUX.N* (sous sa forme non cumulative) avec `3` degrés de liberté. La surface sous la courbe correspondant à la probabilité P_3 `(X ≥ 7,8) = 0,05`, c'est-à-dire la zone de rejet de l'hypothèse H_0, a été grisée. En *C3*, on a utilisé la formule `=LOI.KHIDEUX.DROITE(C2;3)` pour obtenir la probabilité correspondant à cette statistique (voir la section consacrée à l'étude de la loi du Khi-deux). La valeur retournée correspond bien au résultat de *CHISQ.TEST*.

> Sur le graphique, on a matérialisé par un point rouge la valeur de la statistique (`13,60`). On observe qu'elle se situe dans la zone de rejet de l'hypothèse H_0.

TEST.KHIDEUX est l'ancienne forme de la fonction *CHISQ.TEST*. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Intervalles de confiance

L'objet de nombreuses études statistiques est de faire des estimations sur une population à partir d'observations réalisées sur un échantillon. La valeur (`V`) obtenue à l'issue des calculs n'est jamais une certitude. En revanche, si la variable étudiée (sur l'échantillon) suit une distribution théorique connue (loi normale ou de Student), on peut définir un intervalle dans lequel `V` a `x %` de chances de se trouver. On appelle ce dernier « intervalle de confiance », et `x %` représente le niveau de confiance.

`α` (niveau de signification) représente la probabilité d'erreur, c'est-à-dire la probabilité que `V` ne se situe pas dans l'intervalle de confiance. En pratique, on prend souvent `α = 0,01` ou `α = 0,05`, ce qui donne un niveau de confiance égal à `1-α` de `99 %` ou `95 %`.

Évaluer et encadrer la moyenne d'une population

Un constructeur garantit une machine dix ans. On étudie deux échantillons de `25` et `100` machines dont on mesure la durée de vie. À la suite de cela, on calcule la moyenne obtenue sur chaque échantillon afin d'en extrapoler une moyenne « théorique » pour l'ensemble des machines fournies par le fabriquant. C'est autour de cette moyenne « théorique » que l'on souhaite définir un intervalle de confiance. Pour calculer cet intervalle de confiance, Excel offre deux fonctions : *INTERVALLE.CONFIANCE.NORMAL* et *INTERVALLE.CONFIANCE.STUDENT*. Si votre échantillon est suffisamment grand (`> 100`), optez pour la première, sinon choisissez la seconde.

	A	B	C	D	E	F
2		6,8	8,9	9,8	10,4	11,1
3		7,6	9,1	9,8	10,4	11,2
4		8,2	9,3	10,1	10,5	11,9
5		8,8	9,6	10,2	10,9	12,3
6		8,8	9,7	10,4	10,9	13,0
8		6,8	9,1	9,8	10,2	10,9
9		7,6	9,1	9,8	10,2	10,9
10		7,7	9,3	9,8	10,2	11,2
11		8,1	9,3	9,8	10,3	11,2
12		8,2	9,3	9,8	10,3	11,2
13		8,2	9,3	9,8	10,3	11,2
14		8,6	9,4	9,8	10,3	11,2
15		8,6	9,4	9,8	10,4	11,2
16		8,6	9,4	9,9	10,4	11,3
17		8,6	9,4	9,9	10,4	11,3
18		8,6	9,6	9,9	10,7	11,3
19		8,6	9,6	10,0	10,7	11,3
20		8,6	9,6	10,0	10,7	11,3
21		8,8	9,6	10,0	10,7	11,3
22		8,8	9,6	10,1	10,7	11,9
23		8,8	9,6	10,1	10,7	11,9
24		8,8	9,6	10,1	10,9	12,1
25		8,8	9,6	10,1	10,9	12,1
26		9,1	9,7	10,1	10,9	12,3
27		9,1	9,7	10,1	10,9	13

Figure 13–98 Le premier tableau (bleu) réunit les durées de vie des 25 machines constituant le premier échantillon et le second tableau (violet), celles des 100 machines constituant le second échantillon.

Le premier tableau (plage *B2:F6*) a été nommé `PetitEch` et le second (plage *B8:F27*) `GrandEch`. Dans la figure 13-99, les cellules *C2* et *C4* donnent les paramètres nécessaires au calcul des fonctions *INTERVALLE.CONFIANCE.NORMAL* et *INTERVALLE.CONFIANCE.STUDENT*. Il s'agit de l'écart-type de la population (si vous ne le connaissez pas, utilisez celui de l'échantillon) et de la valeur de `α` (`5 %`), dont on déduit le niveau de confiance de l'intervalle trouvé (`1-α = 95 %`).

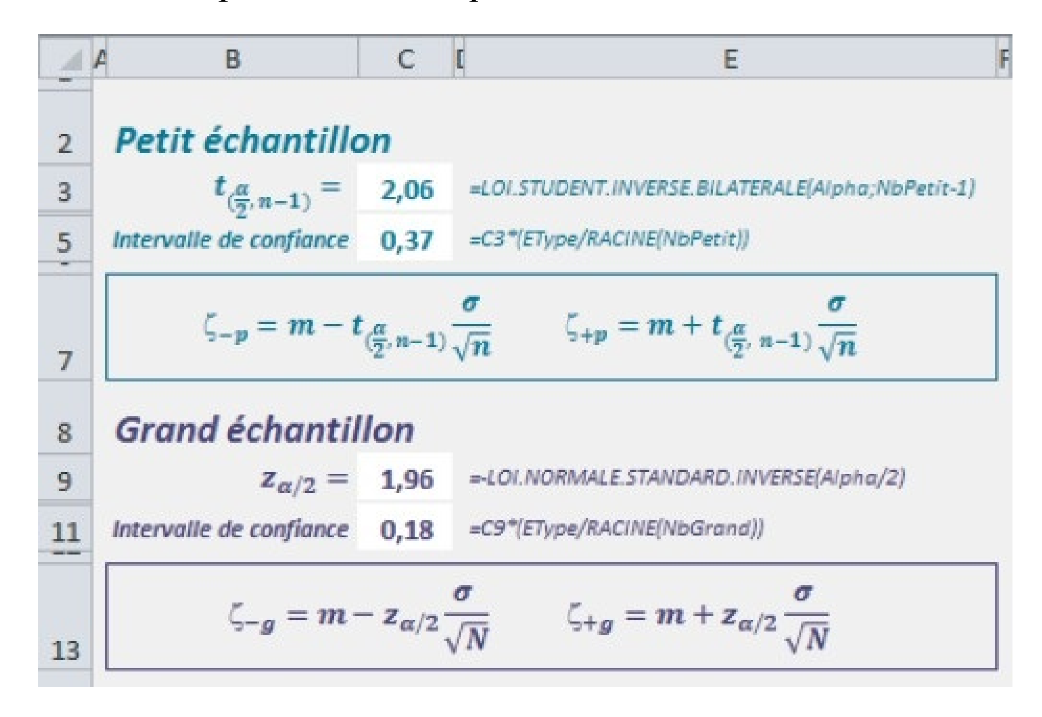
On a donc utilisé *INTERVALLE.CONFIANCE.STUDENT* (`0,37` en *C12*) pour encadrer la moyenne trouvée à partir du petit échantillon et *INTERVALLE.CONFIANCE.NORMAL* (`0,18` en *C22*) pour encadrer la moyenne trouvée à partir du grand échantillon. On obtient l'intervalle en soustrayant et en ajoutant cette valeur à la moyenne.

	B	C	D–G
2	Ecart-type population (σ)	0,90	
4	Alpha (α)	0,05	m
6	**Petit échantillon**		
8	Taille (n)	25	=NB(PetitEch)
10	Moyenne (m)	9,99	=MOYENNE(PetitEch)
12	Intervalle de confiance	0,37	=INTERVALLE.CONFIANCE.STUDENT(C4;C2;C8)
14			9,62 ≤ m ≤ 10,36
16	**Grand échantillon**		
18	Taille (N)	100	=NB(GrandEch)
20	Moyenne (m)	9,98	=MOYENNE(GrandEch)
22	Intervalle de confiance	0,18	=INTERVALLE.CONFIANCE.NORMAL(C4;C2;C16)
24			9,80 ≤ m ≤ 10,15

Figure 13–99 L'intervalle de confiance encadrant la moyenne à partir du petit échantillon est à peu près deux fois plus grand que l'intervalle calculé à partir du grand échantillon.

COMPRENDRE Les fondements du calcul

Dans les deux cas, le calcul est basé sur le rapport de l'écart-type de la population sur la racine carrée de la taille de l'échantillon. La différence se situe au niveau de la loi de probabilité utilisée pour renvoyer la valeur correspondant à un risque d'erreur assumé de `0,05`.



	B	C	E
2	**Petit échantillon**		
3	$t_{(\frac{\alpha}{2}, n-1)} =$	2,06	=LOI.STUDENT.INVERSE.BILATERALE(Alpha;NbPetit-1)
5	Intervalle de confiance	0,37	=C3*(EType/RACINE(NbPetit))
7	$\zeta_{-p} = m - t_{(\frac{\alpha}{2}, n-1)} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$		$\zeta_{+p} = m + t_{(\frac{\alpha}{2}, n-1)} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
8	**Grand échantillon**		
9	$z_{\alpha/2} =$	1,96	=-LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE(Alpha/2)
11	Intervalle de confiance	0,18	=C9*(EType/RACINE(NbGrand))
13	$\zeta_{-g} = m - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$		$\zeta_{+g} = m + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$

Figure 13–100 Calcul de la valeur de x pour que P(X < |x|) = 95 % à partir de la *loi normale* centrée réduite (1,96) et de la loi de Student (2,06).

En *C3*, on a calculé la valeur de `t`, pour qu'à l'aune d'une loi de Student à `n-1` (`24`) degrés de liberté, on ait `P(T < |t|) = 95 %`. La cellule affiche `2,06`, ce qui signifie que `P (-2,06 < T <`

2,06) = 95 %. En *C9*, on a calculé la valeur de z pour qu'à l'aune d'une loi normale centrée réduite, on ait P(Z < |z|) = 95 %. La cellule affiche 1,96, ce qui signifie que P (-1,96 < Z < 1,96) = 95 %. Pour obtenir l'intervalle de confiance, il suffit d'appliquer les formules présentées en lignes *7* et *13*. Vous constatez que vous obtenez bien les mêmes résultats qu'avec les fonctions *INTERVALLE.CONFIANCE.NORMAL* et *INTERVALLE.CONFIANCE.STUDENT*.

INTERVALLE.CONFIANCE est l'ancienne forme de la fonction *INTERVALLE.CONFIANCE.NORMAL*. Elle est conservée dans Excel 2010 et 2013 pour assurer la compatibilité avec les versions antérieures.

Calculer et encadrer le coefficient de corrélation

COMPRENDRE La transformation de Fisher

La transformation de Fisher est une fonction qui transforme une distribution asymétrique en une distribution se rapprochant d'une loi normale (voir figure 13-101).

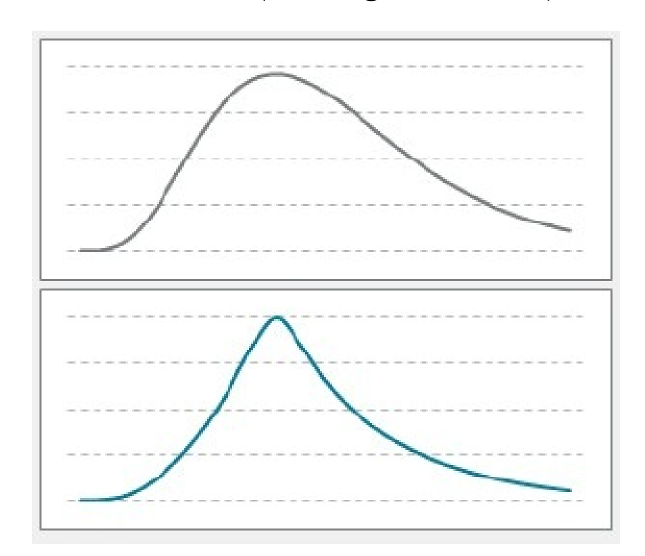
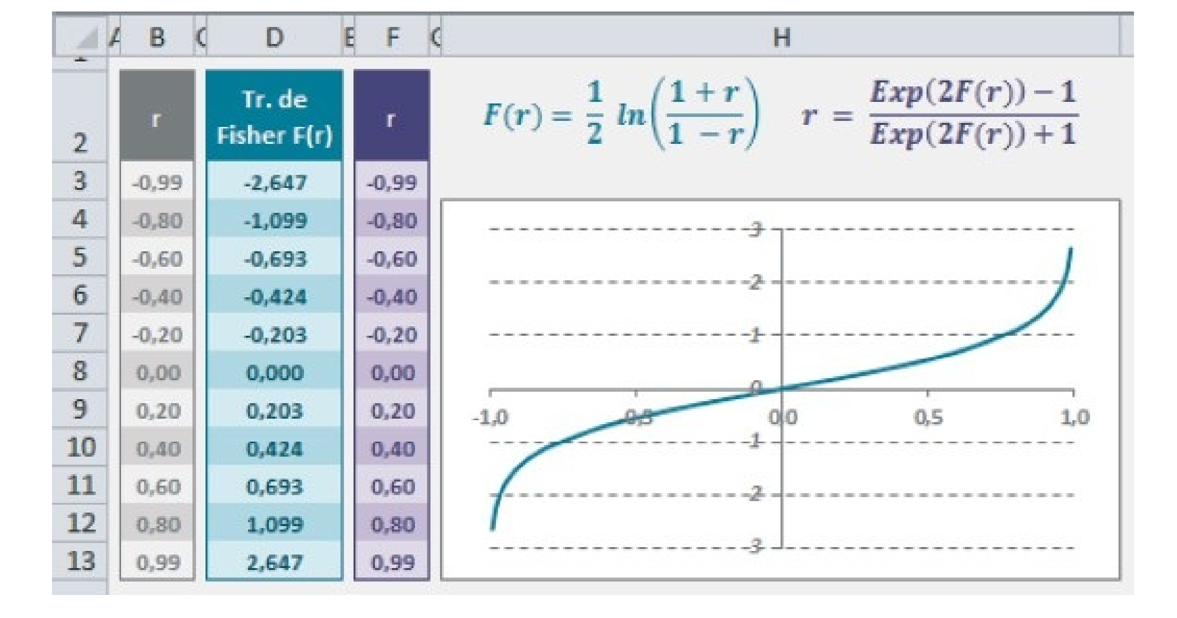


Figure 13–101 Distribution de Fisher (LOI.F.N) à 11 et 80 degrés de liberté (première courbe) passée par le filtre d'une transformation de Fisher (FISHER) (seconde courbe).

La fonction *FISHER*, disponible dans Excel, assure cette transformation (voir figure 13-102).



r	Tr. de Fisher F(r)	r
-0,99	-2,647	-0,99
-0,80	-1,099	-0,80
-0,60	-0,693	-0,60
-0,40	-0,424	-0,40
-0,20	-0,203	-0,20
0,00	0,000	0,00
0,20	0,203	0,20
0,40	0,424	0,40
0,60	0,693	0,60
0,80	1,099	0,80
0,99	2,647	0,99

$$F(r) = \frac{1}{2}\, ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right) \qquad r = \frac{Exp(2F(r))-1}{Exp(2F(r))+1}$$

Figure 13–102 Mise en œuvre des fonctions FISHER et FISHER.INVERSE.

La courbe représentée sur le graphique de la figure 13-102 correspond aux données de la plage *D3:D13*. La cellule *D3* contient la formule `=FISHER(B3)` qui a ensuite été recopiée dans la plage *D4:D13*. L'algorithme correspondant aux calculs effectués par la fonction *FISHER*, `F(r)`, apparaît en bleu, au sommet de la figure 13-102.

Excel fournit également la fonction *FISHER.INVERSE*, qui permet de faire la transformation inverse. La cellule *F3* contient la formule `=FISHER.INVERSE(D3)` qui a ensuite été recopiée dans la plage *F4:F13*. L'algorithme correspondant aux calculs effectués par la fonction *FISHER.INVERSE*, `r`, apparaît en violet, au sommet de la figure 13-102.

En statistiques, la transformation de Fisher est essentiellement utilisée pour réaliser un encadrement du coefficient de corrélation (ρ) de deux variables `X` et `Y` distribuées selon une loi normale.

À partir de l'établissement scolaire ayant déjà servi d'exemple au début de ce chapitre, on a tiré un nouvel échantillon aléatoire de `40` élèves pour lequel on a calculé la moyenne annuelle des contrôles continus réalisés en physique et consigné les notes obtenues à l'examen blanc pour cette même matière (figure 13-103). La plage *B5:F12* a été nommée `ExamenBlanc` et la plage *H5:L12* `MoyenneAn`.

Notes de physique									
Examen blanc					Moyenne annuelle				
8	9	9	10	10	8,5	9,5	9,5	9,5	10,5
10	10	10	10	10	10,5	9,5	10,0	10,5	10,5
10	10	11	11	11	9,5	8,9	11,6	11,5	11,5
11	11	11	11	11	10,7	10,7	10,5	10,2	10,5
11	11	11	11	11	11,0	11,3	11,2	10,5	10,0
11	11	11	12	12	11,5	11,0	10,2	13,0	11,5
12	12	12	12	12	11,5	12,5	11,4	13,0	12,2
12	12	13	13	14	11,5	11,5	13,5	12,5	13,5

Figure 13–103 Physique : moyenne annuelle des contrôles continus et notes obtenues à l'issue de l'examen blanc.

On dispose donc de deux variables X et Y distribuées normalement et dont on calcule le coefficient de corrélation. On veut déduire de ce premier résultat le coefficient de corrélation entre ces mêmes variables, mais pour l'ensemble des élèves de l'établissement. Pour cela, on prend le coefficient calculé à partir de l'échantillon, mais associé à un encadrement. Ainsi, on peut dire que le coefficient de corrélation pour l'ensemble de l'établissement se situe dans une plage de valeurs comprises dans l'intervalle $[\rho_-, \rho_+]$ (voir la figure 13-105). À condition que les deux variables quantitatives X et Y soient distribuées selon une loi normale et que l'échantillon aléatoire ait une taille suffisante (>30), la transformation de Fisher permet de définir cet encadrement.

COMPRENDRE Complexité de l'encadrement de ρ

Réaliser un encadrement du coefficient de corrélation (ρ) n'est pas une tâche facile car la distribution de ρ est complexe dès qu'il s'éloigne de 0. En passant par la fonction *FISHER,* on transforme la distribution de ρ en une nouvelle variable, F(ρ), qui suit approximativement une loi normale (μ,σ) dès que l'échantillon est suffisamment grand (>30).

$$\mu = \frac{1}{2} ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right) + \frac{r}{2(n-1)}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-3}$$

Figure 13–104 Espérance et variance de la loi F(r), n correspondant à la taille de l'échantillon.

En quelque sorte, cette loi sert de « sas ». Grâce à elle, on peut construire un intervalle de confiance autour de F(ρ) et en déduire, par transformation inverse, un intervalle de confiance autour de ρ.

À partir des valeurs de notre exemple, la figure 13-105 (en colonne *G*, syntaxe des formules entrées en colonne *E*) présente une application pratique de la théorie exposée dans la section précédente. Cette application se déroule en cinq phases :

1 Détermination du niveau de confiance de l'encadrement à définir.

2 Calcul du coefficient de corrélation à partir des données de l'échantillon.

3 Application de la transformation de Fisher à ce coefficient.

4 Encadrement de la valeur obtenue à l'étape 3.

5 À partir de l'encadrement calculé à l'étape 4, définition de l'encadrement du coefficient de corrélation.

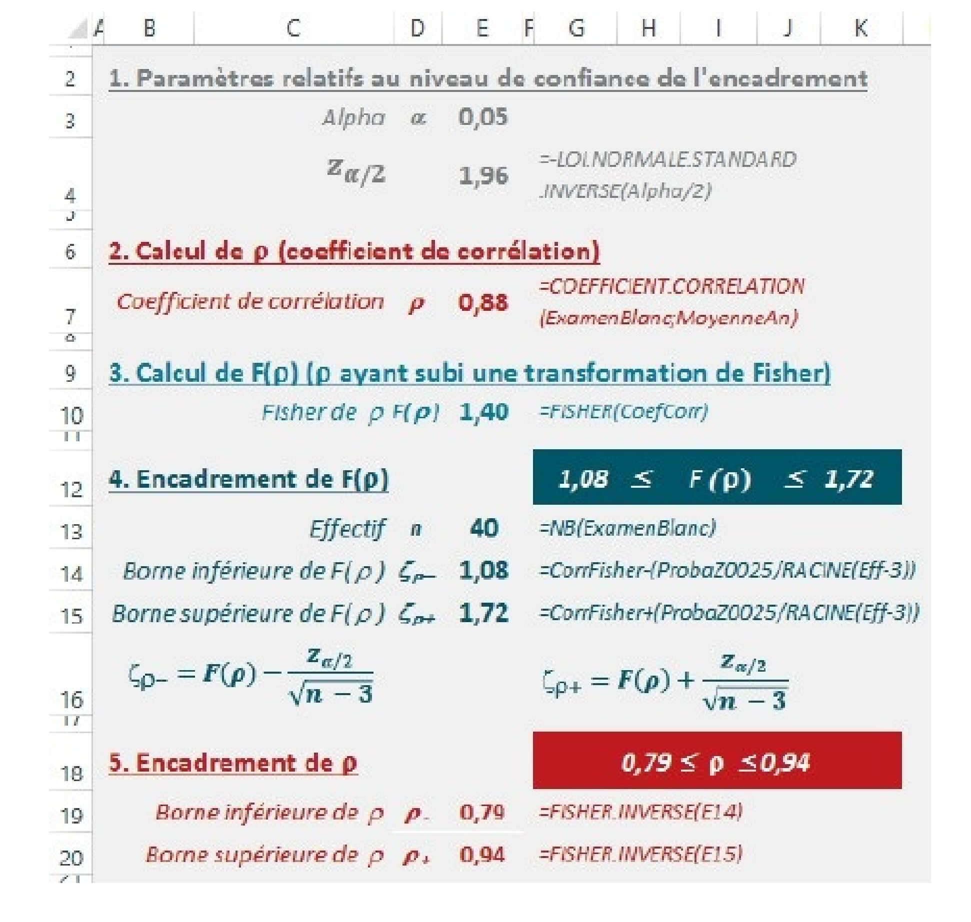


Figure 13–105 Un calcul en cinq étapes pour obtenir l'encadrement du coefficient de corrélation.

Dans la cellule *E3*, nommée `Alpha`, on a entré le risque acceptable pour la définition de notre encadrement `(5 %)`. Cette valeur signifie que la probabilité pour que le coefficient de corrélation des variables `X` et `Y` sur l'ensemble des élèves ne se trouve pas dans l'intervalle `[0,79, 0,94]` est de `0,05`. Dans la cellule *E4*, nommée `ProbaZ0025`, on a utilisé la fonction *LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE* pour calculer la valeur de `z` correspondant à `P(Z < |z|) = 0,95`, probabilité associée à la loi normale centrée réduite. La formule entrée en cellule *E4* utilise `Alpha/2` pour prendre en compte les deux queues de courbe. En effet, on a bien `=LOI.NORMALE.STANDARD.N(-1,96;VRAI) = 0,025`, et `=1-LOI.NORMALE.STANDARD.N(1,96;VRAI) = 0,025,` la somme des deux donnant bien les `0,05` fixés en *E3*.

Dans la cellule *E7*, nommée `CoefCorr`, on a calculé le coefficient de corrélation à partir des valeurs de l'échantillon, puis en *E10* nommée `CorrFisher`, on a appliqué la transformation de Fisher à ce coefficient. En *E13*, nommée `Eff`, apparaît l'effectif de l'échantillon (`n`). Cette valeur est utilisée en *E14* et *E15*, cellules dans lesquelles on a calculé les limites inférieure et supérieure de l'encadrement de `F(ρ)`. La syntaxe générale des formules utilisées pour le calcul de cet encadrement est donnée au niveau de la ligne *16*. Enfin, en *E19* et *E20*, on a utilisé la fonction *FISHER.INVERSE* pour déduire, des résultats obtenus à l'étape *4*, l'encadrement de `ρ`.

ALLER PLUS LOIN Quelques outils complémentaires

Si vous n'êtes pas satisfait des outils statistiques proposés à travers les 104 fonctions détaillées dans ce chapitre, vous pouvez toujours explorer l'utilitaire d'analyse, qui n'est pas affiché par défaut dans le ruban. Pour y accéder, il faut d'abord l'installer :

1. Sélectionnez *Fichier>Options>Compléments*.
2. Au bas de la boîte de dialogue, vérifiez que c'est bien *Compléments Excel* qui apparaît dans la liste déroulante et cliquez sur *Atteindre*.
3. Dans la boîte de dialogue, cochez les cases *Analysis ToolPak* et *Analysis ToolPak – VBA*, puis cliquez sur *OK*.

Le bouton d'accès à l'utilitaire d'analyse apparaît maintenant dans le ruban, au niveau de l'onglet *Données (Analyse>Utilitaire d'analyse)*. Pour l'utiliser, il suffit de cliquer sur ce bouton, puis de choisir, dans la liste des 19 outils proposés sur l'écran d'accueil, celui que vous souhaitez mettre en œuvre. Vous remarquerez que de nombreuses fonctionnalités offertes dans cet utilitaire trouvent leur équivalent parmi les 104 fonctions présentées dans ce chapitre (test d'égalité des variances, etc.).

Du côté des ingénieurs

14

D'un intérêt réel pour quelques-uns, les fonctions d'ingénierie présenteront certainement un caractère plus anecdotique pour la majorité. En dehors de toute considération professionnelle, elles permettront à certains de se replonger avec délice (ou avec horreur) dans les souvenirs de lycée et offriront peut-être le petit rafraîchissement indispensable pour mieux aider leur progéniture.



SOMMAIRE

- Nombre complexe
- Nombre binaire, octal, hexadécimal
- Fonctions de Bessel
- Fonctions d'erreur
- Fonction de conversion

MOTS-CLÉS

- Bessel
- Binaire
- Complexe
- Conjugué
- Conversion

- Décimal
- ERF
- Hexadécimal
- Imaginaire
- Kronecker
- Module
- Octal
- Réel

Les fonctions d'ingénierie proposées dans Excel 2010 couvrent des domaines très différents, mais, avec 54 spécimens, Excel ne prétend pas fournir la panoplie complète du parfait ingénieur. Il s'agit plutôt de proposer un petit échantillon des fonctions les plus couramment utilisées et qui, sans l'aide d'un tableur, nécessiteraient des calculs fastidieux. 26 d'entre elles concernent les calculs sur les nombres complexes, 8 correspondent à des fonctions spéciales (fonctions de Bessel et fonctions ERF). Les autres facilitent les conversions délicates.

Nombres complexes

Depuis le XVII[e] siècle, la question de la racine carrée des nombres négatifs tourmentait les mathématiciens. Habitués à raisonner sur des nombres dont le carré était toujours positif, leurs convictions les plus profondes étaient ébranlées par des nombres capables de donner un résultat négatif lorsqu'ils étaient multipliés par eux-mêmes. Cependant, il était bien utile d'accepter d'écrire $i^2 = -1$ pour résoudre des équations algébriques telles que $x^2 + 1 = 0$.

CULTURE Une représentation astucieuse

Au début du XVIII[e] siècle, deux mathématiciens amateurs furent les premiers à élaborer une représentation « acceptable » de ce mystérieux nombre `i`.

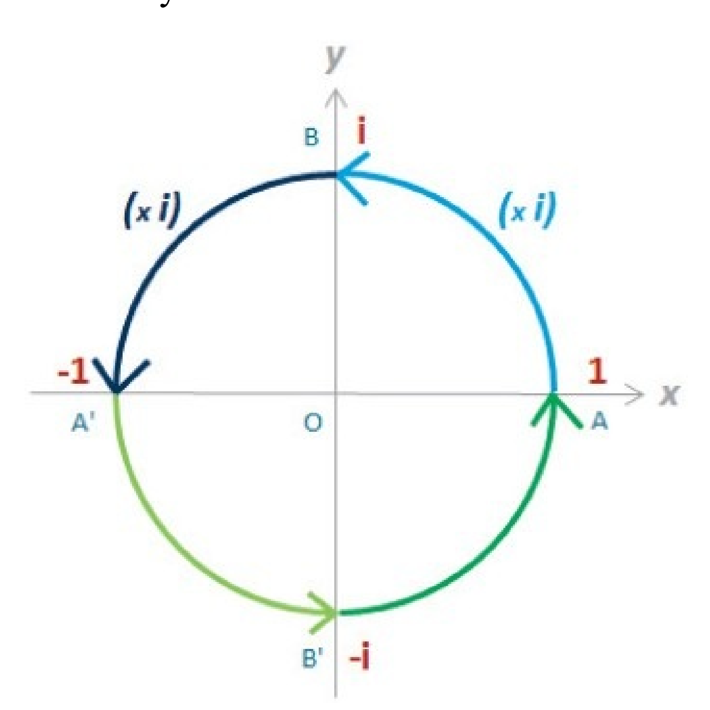


Figure 14–1 Représentation du nombre i comme opérateur de rotation.

La longueur `+1` est représentée par le segment `OA` et la longueur `-1` par le segment `OA'`. On envisage le passage de l'un à l'autre par une rotation d'un demi-tour dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. On décide, arbitrairement, de noter cette transformation `= (+1) × (-1) = (-1)`, ce qui

équivaut à traduire algébriquement l'opération de rotation d'un demi-tour par (-1). Deux demi-tours successifs correspondent à un tour complet, ce qui peut se noter $= (-1) \times (-1) = (+1)$.
Si l'on appelle $(+i)$ l'opérateur correspondant à un quart de tour, deux quarts de tour successifs étant équivalents à un demi-tour, on a $(+i) \times (+i) = (-1)$, que l'on peut écrire $i^2 = (-1)$. Le nombre i représente donc une rotation d'un quart de tour, c'est-à-dire le point B sur l'axe Oy.

Notation d'un nombre complexe

Un nombre complexe (a, b) est noté, par convention, $z = a + bi$ (z est un vecteur et ne représente pas un nombre réel). a s'appelle la partie réelle du nombre complexe, bi la partie imaginaire. Un nombre complexe dans lequel $a = 0$ se réduit à $z = bi$ et est appelé nombre imaginaire pur. Un nombre complexe dans lequel $b = 0$ se réduit à sa partie réelle (c'est un nombre réel). Les règles de calcul appliquées dans le corps des complexes sont celles du calcul algébrique ordinaire, avec la convention $i^2 = -1$.

PARAMÈTRE Expression de la partie imaginaire d'un nombre complexe

Parfois, on utilise j à la place de i.

Excel propose trois fonctions relatives à la notation d'un nombre complexe.

	B	D	E	F	G	I	K
2	Fonction	Arguments				Syntaxe	Résultat
4		Partie réelle	Partie imaginaire	Suffixe	Nombre complexe		
6	COMPLEXE	3	2	j		=COMPLEXE (D6;E6;F6)	3+2j
8	COMPLEXE .IMAGINAIRE				3+2i	=COMPLEXE .IMAGINAIRE(G8)	2
10	COMPLEXE .REEL				3+2i	=COMPLEXE .REEL(G10)	3

Figure 14–2 Mise en œuvre des fonctions COMPLEXE, COMPLEXE. IMAGINAIRE et COMPLEXE.REEL.

Tableau 14–1 Fonctions relatives à la notation d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE	Cette fonction renvoie un nombre complexe. Elle utilise trois arguments. Le premier représente la partie réelle du nombre complexe, le second sa partie imaginaire et le troisième indique s'il faut utiliser i ou j pour caractériser la partie imaginaire ; si l'on ne précise rien, c'est i qui est utilisé par défaut.
COMPLEXE. IMAGINAIRE	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la partie imaginaire.

COMPLEXE.REEL	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la partie réelle.

COMPRENDRE Représentation géométrique d'un nombre complexe

La méthode de Gauss consiste à considérer deux axes perpendiculaires, `Ox` et `Oy`, auxquels on rapporte les différents points du plan. Un point `A` de coordonnées réelles `a` et `b` est l'image d'un être mathématique appelé nombre complexe : `z = a + bi`, ou affixe de `A`. Tout point de l'axe des `x` correspond à un nombre réel `z = a` ; tout point de l'axe `Oy` à un nombre imaginaire pur `z = bi`.

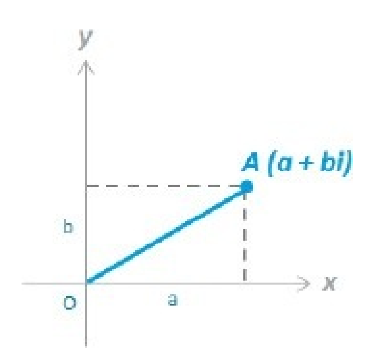


Figure 14–3 Représentation géométrique d'un nombre complexe.

Opérations simples sur les nombres complexes

Les nombres complexes peuvent être additionnés, soustraits, multipliés. Il faut juste respecter quelques conventions.

RAPPEL Corps des nombres complexes

Les règles de calcul sont celles du calcul algébrique ordinaire. Pour les opérations de base, on a les relations illustrées figure 14-4. Les calculs sont facilités par :
- la relation particulière qu'entretient un nombre complexe avec son conjugué ;
- la représentation trigonométrique des nombres complexes.

Égalité	$z = z'$	$a = a' ; b = b'$
Addition	$z + z'$	$(a + a') + (b + b')i = A + Bi$
Multiplication	zz'	$(aa' - bb') + (ab' + ba')i = A + Bi$
Division	$z : z' = zz'^{-1}$	$\frac{aa' + bb'}{a'^2 + b'^2} + \frac{ba' - ab'}{a'^2 + b'^2}i$
Module de z (valeur absolue)	$\|z\|$	$\sqrt{a^2 + b^2}$

Figure 14–4 Règles de calcul avec les nombres complexes.

Complexes conjugués

Si $z = a + bi$ et $z' = a - bi$, z et z' sont dits conjugués. Dans ce cas, on a $z + z' = 2a$ et $zz' = a^2 + b^2$. Cette relation particulière permet de simplifier bon nombre de calculs sur les complexes, en particulier la division d'un nombre complexe par un autre.

Tableau 14–2 Module et conjugué d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.CONJUGUE	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le conjugué.
COMPLEXE.MODULE	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le module.

RAPPEL Module d'un nombre complexe

Le produit d'un nombre complexe et de son conjugué est le nombre réel ou nul $a^2 + b^2$. On appelle module de z, noté $|z|$, la racine carrée de ce produit.

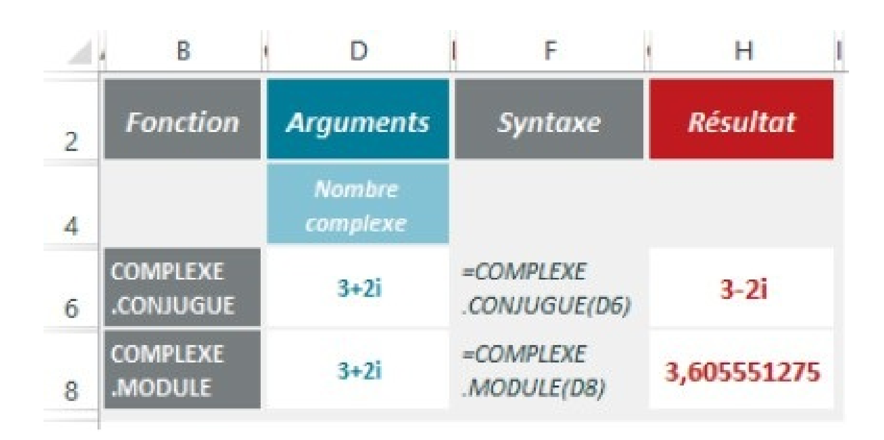


Figure 14–5 Les deux fonctions COMPLEXE.CONJUGUE et COMPLEXE.MODULE utilisent la notion de conjugué d'un nombre complexe.

Représentation trigonométrique des nombres complexes

On fait correspondre à tout point M de coordonnées a et b, un nombre complexe $z = a + bi$.

COMPRENDRE Représentation trigonométrique des nombres complexes

On appelle ρ la grandeur géométrique du vecteur OM et θ l'angle de l'axe Ox avec le vecteur OM.

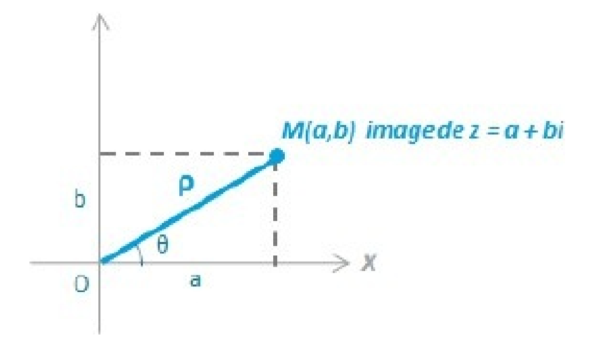


Figure 14–6 Représentation trigonométrique d'un nombre complexe.

Grâce aux relations élémentaires de trigonométrie et aux propriétés du triangle rectangle, on peut écrire un certain nombre de relations entre les deux composantes du nombre complexe et le sinus et le cosinus de l'angle θ.

$$a = \rho \cos \theta \qquad \cos \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

$$b = \rho \sin \theta \qquad \sin \theta = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

$$\rho = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Figure 14–7 Relations entre les composantes d'un nombre complexe et les caractéristiques de l'angle qui lui correspond.

ρ est le module de z et θ en est l'argument (voir aparté). Ainsi, le nombre $z = a + bi$ peut s'écrire sous la forme trigonométrique : $z = \rho\cos\theta + i\rho\sin\theta = \rho(\cos\theta + i\sin\theta)$.

	B	D	F	H
2	Fonction	Arguments	Syntaxe	Résultat
4		Nombre complexe		
6	COMPLEXE .ARGUMENT	3+2i	=COMPLEXE .ARGUMENT(D6)	0,588002604

Figure 14–8 L'argument d'un complexe (arg z) est l'angle qui correspond à sa représentation trigonométrique.

Tableau 14–3 Argument d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.ARGUMENT	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, et renvoie, en radians, la mesure de l'angle correspondant à sa représentation trigonométrique.

Calculs de base avec les nombres complexes

En appliquant les règles de calcul énoncées dans la figure 14-4, on peut additionner, multiplier et même diviser des nombres complexes. Les fonctions *COMPLEXE.SOMME* et *COMPLEXE.PRODUIT* acceptent un nombre variable d'arguments. Chaque argument pouvant être une plage, elles permettent de travailler avec un très grand nombre de complexes. En revanche, les fonctions *COMPLEXE.DIFFERENCE* et *COMPLEXE.DIV* ne peuvent faire un calcul que sur deux complexes à la fois.

	B	D	E	G	I
2	Fonction	Arguments		Syntaxe	Résultat
4		Nombre complexe 1	Nombre complexe 2		
6	COMPLEXE .SOMME	3+2i	5+i	=COMPLEXE .SOMME(D6:E6)	8+3i
8	COMPLEXE .DIFFERENCE	3+2i	5+i	=COMPLEXE .DIFFERENCE(D8;E8)	-2+i
10	COMPLEXE .PRODUIT	3+2i	5+i	=COMPLEXE .PRODUIT(D10:E10)	13+13i
12	COMPLEXE .DIV	3+2i	5+i	=COMPLEXE .DIV(D12;E12)	0,653846153846154 +0,269230769230769i

Figure 14–9 Les quatre opérations de base appliquées aux nombres complexes.

Tableau 14–4 Calculs de base sur les complexes

Fonction	Description
COMPLEXE.SOMME	Cette fonction renvoie la somme des nombres complexes contenus dans ses arguments.
COMPLEXE.DIFFERENCE	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres complexes. Elle retranche le deuxième du premier et renvoie le résultat de cette soustraction.
COMPLEXE.PRODUIT	Cette fonction renvoie le produit des nombres complexes contenus dans ses arguments.
COMPLEXE.DIV	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres complexes. Elle divise le premier par le deuxième et renvoie le quotient qui résulte de cette opération.

Puissance et racine d'un nombre complexe

Toujours en appliquant les règles de calcul énoncées plus haut, on peut calculer la puissance énième ou la racine carrée d'un nombre complexe. Les formules qui soustendent ce calcul sont indiquées dans la figure 14-10.

Fonction	Arguments		Syntaxe	Résultat
	Nombre complexe	Puissance		
COMPLEXE .PUISSANCE	3+2i	4	=COMPLEXE .PUISSANCE(D6;E6)	-119+120i
COMPLEXE .RACINE	3+2i		=COMPLEXE .RACINE(D8)	1,81735402102397 +0,550250522700337i

$$(a+bi)^n = \left(\sqrt{a^2+b^2}\right)^n \cos(n\ atan(b/a)) + i\left(\sqrt{a^2+b^2}\right)^n \sin(n\ atan(b/a))$$

$$\sqrt{a+bi} = \sqrt{\sqrt{a^2+b^2}}\ \cos(atan(b/a)/2) + i\ \sqrt{\sqrt{a^2+b^2}}\ \sin(atan(b/a)/2)$$

Figure 14–10 Élever un nombre complexe à la puissance n et calculer sa racine carrée.

Tableau 14–5 Puissance et racine d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.PUISSANCE	Cette fonction utilise deux arguments. Le deuxième, un nombre décimal, sert à élever le premier, un nombre complexe, à une certaine puissance.
COMPLEXE.RACINE	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la racine carrée.

Fonctions circulaires appliquées aux nombres complexes

Le corps des complexes permet également de définir un sinus, un cosinus, une tangente, une cotangente, une sécante, une cosécante, un sinus hyperbolique, un cosinus hyperbolique, une sécante hyperbolique et une cosécante hyperbolique. Les formules de calcul sont fournies dans les figures 14-11, 14-12, 14-13, 14-14 et 14-15.

Sinus et cosinus d'un nombre complexe

Tableau 14–6 Sinus et cosinus d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.COS	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le cosinus.
COMPLEXE.SIN	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le sinus.

Fonction	Arguments	Syntaxe	Résultat
	Nombre complexe		
COMPLEXE.COS	3+2i	=COMPLEXE.COS(D6)	-3,72454550491532 -0,511822569987385i
COMPLEXE.SIN	3+2i	=COMPLEXE.SIN(D8)	0,53092108624852 -3,59056458998578i

$$\sin(a + bi) = \sin(a)\cosh(b) + i\cos(a)\sinh(b)$$

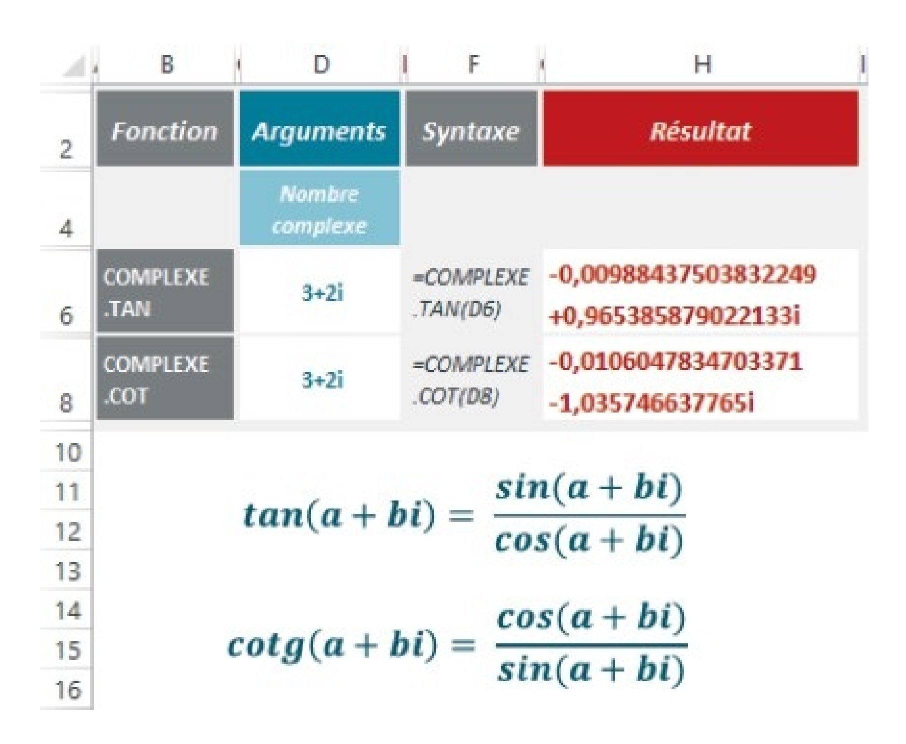
$$\cos(a + bi) = \cos(a)\cosh(b) - i\sin(a)\sinh(b)$$

Figure 14–11 Sinus et cosinus d'un nombre complexe.

Tangente et cotangente d'un nombre complexe

Tableau 14–7 Tangente et cotangente d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.TAN	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la tangente. **Nouveauté Excel 2013**.
COMPLEXE.COT	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la cotangente. **Nouveauté Excel 2013**.



Fonction	Arguments	Syntaxe	Résultat
	Nombre complexe		
COMPLEXE.TAN	3+2i	=COMPLEXE.TAN(D6)	-0,00988437503832249 +0,965385879022133i
COMPLEXE.COT	3+2i	=COMPLEXE.COT(D8)	-0,0106047834703371 -1,035746637765i

$$tan(a+bi) = \frac{sin(a+bi)}{cos(a+bi)}$$

$$cotg(a+bi) = \frac{cos(a+bi)}{sin(a+bi)}$$

Figure 14–12 Tangente et cotangente d'un nombre complexe.

Sécante et cosécante d'un nombre complexe

Tableau 14–8 Sécante et cosécante d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.SEC	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la sécante. **Nouveauté Excel 2013.**
COMPLEXE.CSC	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la cosécante. **Nouveauté Excel 2013.**

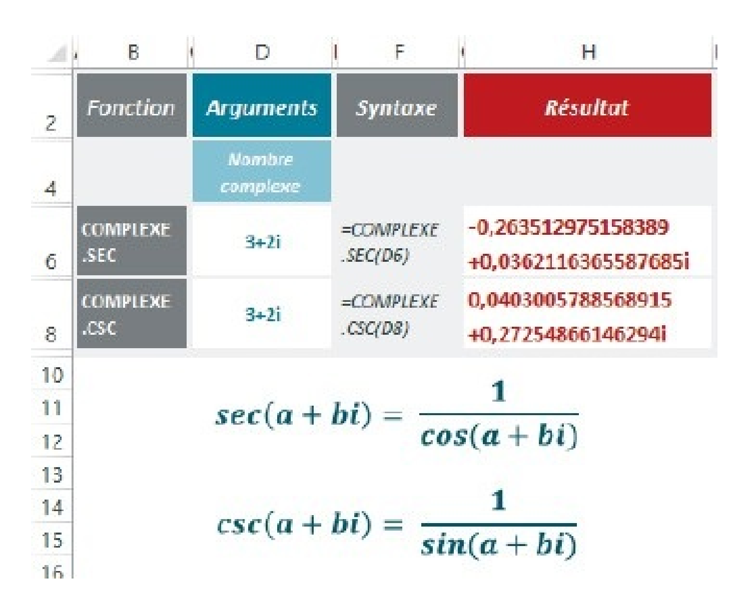


Figure 14–13 Sécante et cosécante d'un nombre complexe.

Sinus et cosinus hyperboliques d'un nombre complexe

Tableau 14–9 Sinus et cosinus hyperboliques d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.SINH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le sinus hyperbolique. **Nouveauté Excel 2013.**
COMPLEXE.COSH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le cosinus hyperbolique. **Nouveauté Excel 2013.**

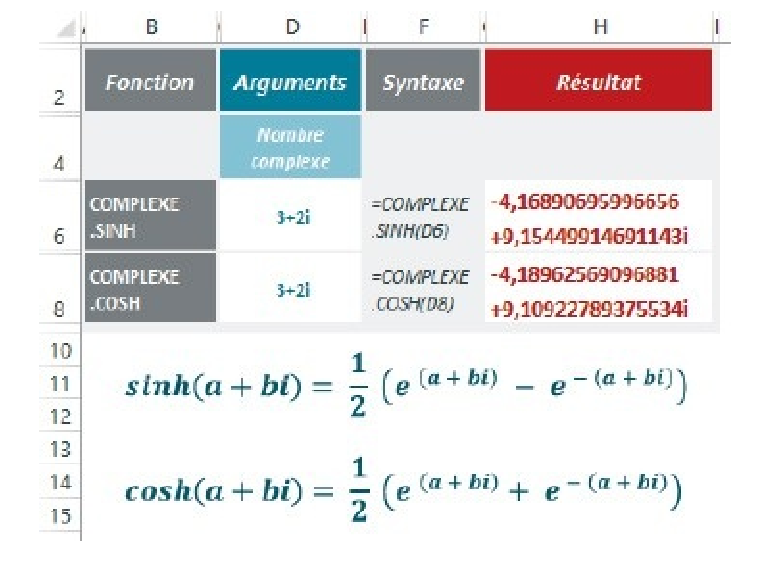


Figure 14–14 Sinus et cosinus hyperboliques d'un nombre complexe.

Sécante et cosécante hyperboliques d'un nombre complexe

Tableau 14–10 Sécante et cosécante hyperboliques d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.SECH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la sécante hyperbolique. **Nouveauté Excel 2013.**
COMPLEXE.CSCH	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie la cosécante hyperbolique. **Nouveauté Excel 2013.**

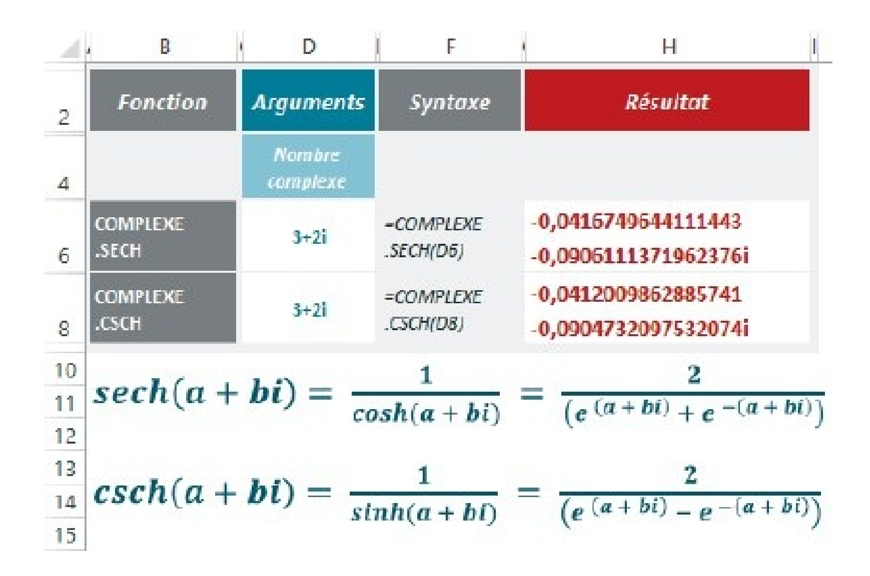


Figure 14–15 Sécante et cosécante hyperboliques d'un nombre complexe.

Exponentielle et logarithme d'un nombre complexe

On peut calculer l'exponentielle d'un nombre complexe, ainsi que son logarithme. Les formules de calcul sont fournies à la figure 14-16.

Fonction	Arguments	Syntaxe	Résultat
	Nombre complexe		
COMPLEXE .EXP	3+2i	=COMPLEXE .EXP(D6)	-8,35853265093537 +18,2637270406668i
COMPLEXE .LN	3+2i	=COMPLEXE .LN(D8)	1,28247467873077 +0,588002603547568i
COMPLEXE .LOG10	3+2i	=COMPLEXE .LOG10(D10)	0,556971676153418 +0,255366286065454i
COMPLEXE .LOG2	3+2i	=COMPLEXE .LOG2(D12)	1,85021985907055 +0,848308440167875i

$$exp(a+bi) = e^a\ (\cos b + i \sin b)$$

$$ln(a+bi) = ln\sqrt{a^2+b^2} + i\ atan(b/a)$$

$$log_{10}(a+bi) = log_{10}(e)\ ln(a+bi)$$

Figure 14–16 Exponentielle et logarithme d'un nombre complexe.

Tableau 14–11 Exponentielle et logarithme d'un nombre complexe

Fonction	Description
COMPLEXE.EXP	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie l'exponentielle.
COMPLEXE.LN	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le logarithme népérien.
COMPLEXE.LOG10	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le logarithme de base 10.
COMPLEXE.LOG2	Cette fonction utilise un seul argument, un nombre complexe, dont elle renvoie le logarithme de base 2.

Nombre binaire, octal, décimal, hexadécimal

On nomme couramment bit (de l'anglais *binary digit*) les chiffres de la numération binaire. Ceux-ci ne peuvent prendre que deux valeurs, notées par convention `0` et `1`. Dans le système binaire, `2` s'écrit `10`, `3` s'écrit `11`, `4` s'écrit `100`, et ainsi de suite. Les nombres ainsi construits sont très simples… mais inévitablement très longs ! Les microprocesseurs des ordinateurs ne comprennent que le langage binaire (soit le courant électrique passe, soit il ne passe pas), mais l'esprit humain appréhende plus facilement des nombres plus courts. C'est pourquoi les bases octale et hexadécimale, toutes deux multiples de la base deux, sont couramment employées en informatique pour ces raisons pratiques.

DÉTAIL Afficher les zéros non significatifs

Toutes les fonctions prennent au moins un argument (le nombre à convertir), mais celles qui

convertissent vers le binaire, l'octal ou l'hexadécimal en acceptent un deuxième. Ce dernier précise la taille finale du nombre souhaité, ce qui déclenche l'affichage, devant le nombre, des zéros non significatifs nécessaires pour parvenir au résultat désiré.

	A	B	C	D	E
2		X	Nb. car.	Syntaxe	Résultat
4		10	6	=BINOCT(B4;C4)	000002
5		100 000	10	=BINOCT(B5;C5)	0000000040
6		10	6	=BINHEX(B6;C6)	000002
7		111 111	10	=BINHEX(B7;C7)	000000003F
8		10	6	=DECOCT(B8;C8)	000012
9		100 000	10	=DECOCT(B9;C9)	0000303240
10		10	6	=DECHEX(B10;C10)	00000A
11		111 111	10	=DECHEX(B11;C11)	000001B207
12		0012	6	=OCTHEX(B12;C12)	00000A
13		0000303240	10	=OCTHEX(B13;C13)	00000186A0
14		000A	6	=HEXOCT(B14;C14)	000012
15		000001B207	10	=HEXOCT(B15;C15)	0000331007
16		12	6	=OCTBIN(B16;C16)	001010
17		777	10	=OCTBIN(B17;C17)	0111111111
18		A	6	=HEXBIN(B18;C18)	001010
19		1FF	10	=HEXBIN(B19;C19)	0111111111
20		10	6	=DECBIN(B20;C20)	001010
21		511	10	=DECBIN(B21;C21)	0111111111

Figure 14–17 Fonctions de conversion vers le binaire, l'octal ou l'hexadécimal avec un deuxième argument non nul.

Excel fournit une douzaine de fonctions qui convertissent automatiquement les nombres d'une base à l'autre. N'oubliez pas de consulter le chapitre 12 dans lequel sont exposées les deux fonctions *BASE* et *DECIMAL*, qui facilitent également les conversions entre la base décimale et les autres.

Système binaire et système décimal

Excel fournit trois fonctions de conversion à partir du système binaire et trois autres à partir du système décimal.

TECHNIQUE Les nombres négatifs

Les nombres binaires sont exprimés sur 10 bits. Excel utilise le bit de poids fort pour indiquer le signe (il le fait passer à `1` lorsque le nombre est négatif). Ensuite, il exprime le nombre négatif sur les neuf autres bits, de manière à ce que la somme du positif et du négatif donne bien `1 000 000 000`.

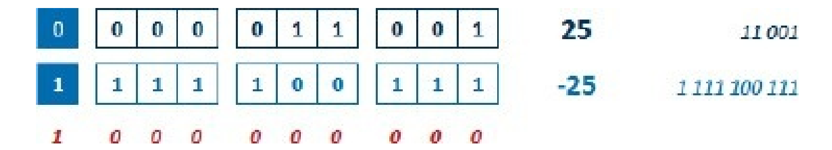


Figure 14–18 Illustration de l'expression d'un nombre négatif en système binaire. Lorsqu'on additionne 25 (000 011 001) et -25 ((1) 111 100 111), on obtient bien 1 000 000 000.

Le raisonnement dans les bases 8 et 16 est exactement le même, sauf que le bit de poids fort se trouve sur la trentième ou la quarantième position.

Tableau 14–12 Convertir depuis le système binaire ou décimal

Fonction	Description
BINDEC	Convertit un nombre binaire en nombre décimal.
BINOCT	Convertit un nombre binaire en nombre octal (30 bits).
BINHEX	Convertit un nombre binaire en nombre hexadécimal (40 bits).
DECBIN	Convertit un nombre décimal en nombre binaire (10 bits).
DECOCT	Convertit un nombre décimal en nombre octal (30 bits).
DECHEX	Convertit un nombre décimal en nombre hexadécimal (40 bits).

X	=BINOCT(x)	=BINHEX(x)	=BINDEC(x)
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
1 000	10	8	8
10 000	20	10	16
100 000	40	20	32
1 000 000	100	40	64
10 000 000	200	80	128
100 000 000	400	100	256
111 111 111	777	1FF	511
1 000 000 000	7777777000	FFFFFFFE00	-512
1 000 000 001	7777777001	FFFFFFFE01	-511
1 000 000 010	7777777002	FFFFFFFE02	-510
1 111 100 000	7777777740	FFFFFFFFE0	-32
1 111 111 110	7777777776	FFFFFFFFFE	-2

X	=DECOCT(x)	=DECHEX(x)	=DECBIN(x)
0	0	0	0
1	1	1	1
2	2	2	10
3	3	3	11
10	12	A	1010
50	62	32	110010
100	144	64	1100100
500	764	1F4	111110100
511	777	1FF	111111111
-512	7777777000	FFFFFFFE00	1000000000
-511	7777777001	FFFFFFFE01	1000000001
-500	7777777014	FFFFFFFE0C	1000001100
-100	7777777634	FFFFFFFF9C	1110011100
-50	7777777716	FFFFFFFFCE	1111001110
-10	7777777766	FFFFFFFFF6	1111110110
-3	7777777775	FFFFFFFFFD	1111111101
-2	7777777776	FFFFFFFFFE	1111111110
-1	7777777777	FFFFFFFFFF	1111111111

Figure 14–19 Conversion des nombres binaires et des nombres décimaux.

CLIN D'ŒIL Le système décimal

Le système décimal est un système de numération utilisant la base dix, très ancienne. Elle découle d'un choix naturel, dicté par le nombre des doigts des deux mains.

Système octal et système hexadécimal

L'hexadécimal est un système de numération « positionnel » en base 16. Il utilise 16 symboles, en général les chiffres arabes pour les dix premiers chiffres et les lettres A à F pour les six suivants. Le système octal est quelquefois utilisé en calcul à la place de l'hexadécimal. Il possède le double avantage de ne pas requérir de symbole supplémentaire pour ses chiffres et d'être une puissance de deux pour pouvoir regrouper

les chiffres du nombre binaire. Excel fournit trois fonctions de conversion à partir du système octal et trois autres à partir du système hexadécimal.

> **ASTUCE Passer de l'une à l'autre**
>
> Pour trouver facilement l'expression d'un nombre octal ou hexadécimal, il suffit de regrouper les chiffres du nombre exprimé en base 2 : pour la base octale (2^3), on fait des paquets de trois à partir de la droite et pour la base hexadécimale (2^4), on fait des paquets de quatre.

Tableau 14–13 Convertir depuis le système octal ou hexadécimal

Fonction	Description
OCTDEC	Convertit un nombre octal en nombre décimal.
OCTBIN	Convertit un nombre octal en nombre binaire (10 bits).
OCTHEX	Convertit un nombre octal en nombre hexadécimal (40 bits).
HEXBIN	Convertit un nombre hexadécimal en nombre binaire (10 bits).
HEXOCT	Convertit un nombre hexadécimal en nombre octal (30 bits).
HEXDEC	Convertit un nombre hexadécimal en nombre décimal.

X	=OCTDEC(x)	=OCTHEX(x)	=OCTBIN(x)	X	=HEXDEC(x)	=HEXOCT(x)	=HEXBIN(x)
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	10	2	2	2	10
3	3	3	11	3	3	3	11
4	4	4	100	4	4	4	100
5	5	5	101	5	5	5	101
10	8	8	1000	8	8	10	1000
20	16	10	10000	10	16	20	10000
40	32	20	100000	20	32	40	100000
100	64	40	1000000	40	64	100	1000000
200	128	80	10000000	80	128	200	10000000
400	256	100	100000000	100	256	400	100000000
777	511	1FF	111111111	1FF	511	777	111111111
7777777000	-512	FFFFFFFE00	1000000000	FFFFFFFE00	-512	7777777000	1000000000
7777777001	-511	FFFFFFFE01	1000000001	FFFFFFFE01	-511	7777777001	1000000001
7777777002	-510	FFFFFFFE02	1000000010	FFFFFFFE02	-510	7777777002	1000000010
7777777740	-32	FFFFFFFFE0	1111100000	FFFFFFFFE0	-32	7777777740	1111100000
7777777776	-2	FFFFFFFFFE	1111111110	FFFFFFFFFE	-2	7777777776	1111111110

Figure 14–20 Conversion d'un nombre octal et d'un nombre hexadécimal.

> **CLIN D'ŒIL Le système octal**
>
> Le décompte octal pourrait avoir été utilisé dans le passé à la place du décompte décimal, en comptant soit les trous entre les doigts, soit les doigts sans le pouce.

Opérations binaires

Si vous travaillez avec Excel 2013, vous disposez de nouvelles fonctions qui convertissent deux entiers positifs au format décimal en nombres binaires, pour réaliser des calculs de type `ET` ou `OU` et renvoyer le résultat au format décimal.

Opérations binaires de type ET, OU et OU EXCLUSIF

Tableau 14–14 Opérations binaires ET, OU et OU EXCLUSIF

Fonction	Description
BITET	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres entiers positifs au format décimal et strictement inférieurs à 281 474 976 710 656 (soit 2^{48}), dont elle renvoie une opération binaire ET. **Nouveauté Excel 2013.**
BITOU	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres entiers positifs au format décimal et strictement inférieurs à 281 474 976 710 656 (soit 2^{48}), dont elle renvoie une opération binaire OU. **Nouveauté Excel 2013.**
BITOUEXCLUSIF	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres entiers positifs au format décimal et strictement inférieurs à 281 474 976 710 656 (soit 2^{48}), dont elle renvoie une opération binaire OU EXCLUSIF. **Nouveauté Excel 2013.**

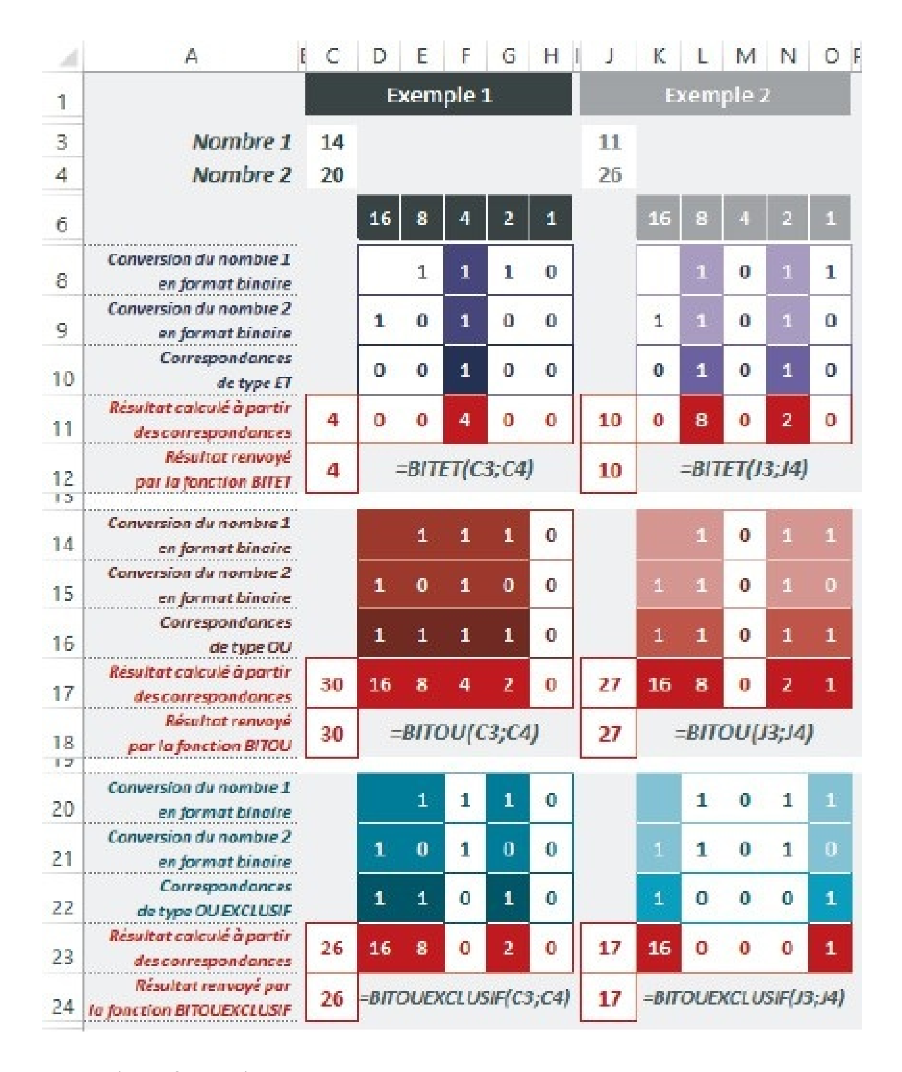


Figure 14–21 Mise en œuvre des fonctions BITET, BITOU et BITOUEXCLUSIF.

La figure 14-21 illustre le fonctionnement et l'utilisation des fonctions *BITET*, *BITOU* et *BITOUEXCLUSIF*. À travers deux exemples, les divers schémas montrent comment ces fonctions établissent les trois types de correspondances logiques pour renvoyer les résultats au format décimal.

Opérations binaires destinées à décaler les bits

Tableau 14–15 Décaler les bits des représentations binaires des nombres

Fonction	Description
BITDECALD	Cette fonction utilise deux arguments. Le premier, un nombre entier positif au format décimal strictement inférieur à 281 474 976 710 656 (soit 2^{48}) désigne le nombre à transformer. Le second, un nombre entier dont la valeur absolue doit être inférieure ou égale à 53, désigne le nombre de bits de décalage à appliquer à la représentation binaire du premier argument. Si le second argument est positif, le décalage s'opère vers la droite (le nombre entré en premier argument devient plus petit). Si le second argument est négatif, le décalage s'opère vers la gauche et la fonction adopte la logique de la fonction *BITDECALG*. **Nouveauté Excel 2013.**
BITDECALG	Cette fonction utilise deux arguments. Le premier, un nombre entier positif au format décimal strictement inférieur à 281 474 976 710 656 (soit 2^{48}) désigne le nombre à transformer. Le second, un nombre entier dont la valeur absolue doit être inférieure ou égale à 53, désigne le nombre de bits de décalage à appliquer à la repésentation binaire du premier argument. Si le second argument est positif, le décalage s'opère vers la gauche et la fonction ajoute autant de zéros à droite de la représentation binaire du nombre que le décalage en impose (le nombre entré en premier argument devient plus grand). Si le second argument est négatif, le décalage s'opère vers la droite et la fonction adopte la logique de la fonction *BITDECALD*. **Nouveauté Excel 2013.**

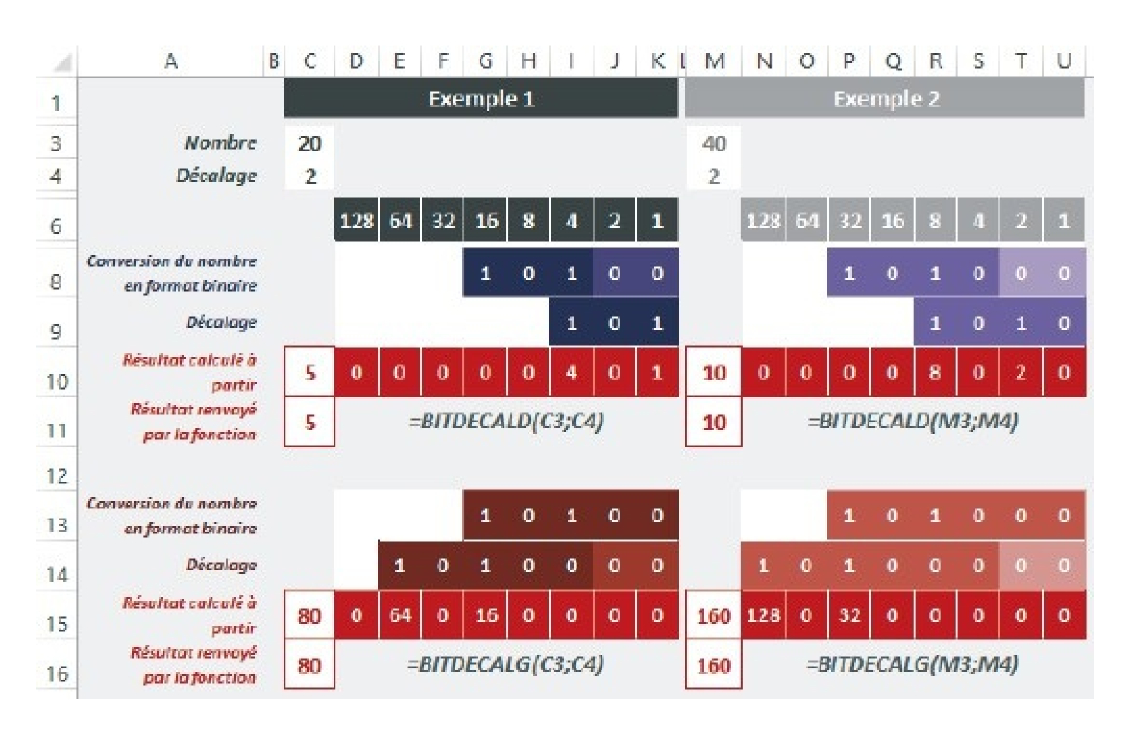


Figure 14–22 Mise en œuvre des fonctions BITDECALD et BITDECALG.

La figure 14-22 illustre le fonctionnement et l'utilisation des fonctions *BITDECALD* et *BITDECALG*. À travers deux exemples, les divers schémas montrent comment ces fonctions agissent sur les nombres entrés en premier argument, pour opérer des décalages sur les bits de droite ou de gauche de leur représentation binaire.

Fonctions de Bessel

Les fonctions de Bessel sont utilisées pour étudier de nombreux phénomènes physiques comme la propagation d'une onde électromagnétique dans un conducteur filaire, la vibration d'une membrane circulaire, la propagation de la chaleur et encore bien d'autres manifestations en mécanique quantique et en physique nucléaire.

COMPRENDRE Histoire et fondements mathématiques

Tous ces phénomènes physiques peuvent être décrits par une équation différentielle de second ordre de la forme indiquée figure 14-23.

$$x^2 f''(x) + xf'(x) + (x^2 - n^2)f(x) = 0$$

n entier relatif

Figure 14–23 Équation différentielle de second ordre permettant de décrire les phénomènes physiques énumérés au début de cette section.

C'est en étudiant les oscillations du fil pesant que Daniel Bernoulli (1700 - 1782) établit une première forme de cette équation. Cependant, il a fallu attendre Friedrich Wilhelm Bessel (1784 - 1846) pour que ses solutions soient étudiées de façon approfondie. Ces dernières prendront le nom de fonctions de Bessel.
La résolution d'une telle équation différentielle nécessite une bonne dose d'inspiration, l'emploi de plusieurs outils mathématiques de bon niveau et beaucoup d'opiniâtreté. Aussi, nous nous bornerons à rappeler brièvement les résultats (nous laisserons pudiquement de côté les démonstrations).

Deux familles de fonctions de Bessel

Il existe deux familles de fonctions, solutions de l'équation différentielle présentée figure 14-23.

Fonctions de Bessel, dites de première espèce

Notées $J_n(x)$, d'ordre `n`, elles sont définies en `x = 0`. Leur équation est donnée figure 14-24.

$$J_n(x) = \frac{x^n}{2^n} \sum_{k=0}^{k=+\infty} \frac{(-1)^k}{k!\,(n+k)!} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k}$$

Figure 14–24 Équation des fonctions de Bessel dites de première espèce.

RÉCRÉATION Pour les curieux

Le lecteur courageux amateur de casse-tête peut remarquer que l'équation donnée figure 14-25 est une solution particulière de l'équation de Bessel d'ordre `0` présentée figure 14-26.

$$J_0(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos\,(x \sin\theta)\, d\theta$$

Figure 14–25 Solution de l'équation de Bessel d'ordre 0.

$$x^2 f''(x) + x f'(x) + x^2 f(x) = 0$$

Figure 14–26 Équation de Bessel d'ordre 0.

En utilisant une intégration par parties et en s'appuyant sur le développement en série entière de la fonction cosinus, il pourra montrer que $J_0(x)$ correspond à l'équation présentée figure 14-27.

$$J_0(x) = \sum_{n=0}^{n=+\infty} \frac{(-1)^n}{4^n\,(n!)^2}\, x^{2n}$$

Figure 14–27 Équation de $J_0(x)$.

À cette étape, le lecteur ne sera que sur la première marche de la montagne à gravir. La fonction $J_n(x)$ est une solution générale de l'équation présentée figure 14-23, avec toutefois une particularité : `n` est un entier relatif.

$$x^2 f''(x) + x f'(x) + (x^2 - \nu^2) f(x) = 0$$

Figure 14–28 Équation équivalente à celle de la figure 14-23, pour ν réel quelconque.

En élargissant l'étude à l'équation de la figure 14-28 où cette fois `ν` est un réel quelconque, on obtient l'expression générale de la fonction de Bessel de première espèce $J_\nu(x)$ présentée figure 14-29.

$$J_\nu(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^{\nu} \sum_{k=0}^{k=+\infty} \frac{(-1)^k}{k!\ \Gamma(\nu+k+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k}$$

$$\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1}\ e^{-t}\ dt$$

Figure 14–29 Expression générale de la fonction de Bessel de première espèce, où Γ désigne la fonction gamma d'Euler.

Fonctions de Bessel, dites de deuxième espèce

On peut remarquer que les fonctions J_ν et $J_{-\nu}$ ne sont pas proportionnelles (par exemple, leur comportement diffère au voisinage de 0). Le couple (J_ν, $J_{-\nu}$) constitue donc une base de l'espace des solutions de l'équation de Bessel. Les fonctions de Bessel dites de deuxième espèce et notées $Y_\nu(x)$, d'index ν, ne sont pas définies en $x = 0$. Leur équation est présentée figure 14-30.

$$Y_\nu(x) = \frac{\cos(\nu\pi)\ J_\nu(x)\ - J_{-\nu}(x)}{\sin(\nu\pi)}$$

Figure 14–30 Équation des fonctions de Bessel dites de deuxième espèce.

Lorsque ν est entier ($\nu = n$), on définit la fonction de Bessel de deuxième espèce d'ordre n par la fonction $Y_n(x)$ présentée figure 14-31.

$$Y_n(x) = \lim_{\nu \to n} Y_\nu(x) = \lim_{\nu \to n} \frac{\cos(\nu\pi)\ J_\nu(x) - J_{-\nu}(x)}{\sin(\nu\pi)}$$

Figure 14–31 Équation des fonctions de Bessel dites de deuxième espèce quand ν est entier.

Extension des fonctions de Bessel dans le plan complexe

De même qu'il a été procédé à l'extension de l'équation initiale avec l'entier n vers un réel ν quelconque, il est possible d'imaginer l'extension de l'index ν à un nombre complexe. Cet artifice permet de résoudre l'équation de Bessel dite « modifiée » (figure 14-32).

$$x^2 y'' + x\,y' - (x^2 + \nu^2)y = 0$$

Figure 14–32 Équation des fonctions de Bessel dites modifiées.

En posant $t = ix$ et avec le changement de fonction $y(x) = z(ix)$, l'équation présentée figure 14-32 se réduit à l'équation classique (figure 14-33).

$$t^2 z''(t) + tz'(t) + (t^2 - \nu^2)z(t) = 0$$

Figure 14–33 Autre forme de l'équation des fonctions de Bessel dites modifiées.

Les solutions de cette équation sont les fonctions de Bessel dites modifiées (appelées aussi « à argument imaginaire ») de la forme présentée figure 14-34.

$$I_\nu(x) = e^{\frac{-i\pi\nu}{2}} J_\nu(i\,x)$$

Figure 14–34 Équation des fonctions de Bessel à argument imaginaire.

Ces fonctions se décomposent en série entière sous la forme présentée figure 14-35.

$$I_\nu(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^\nu \sum_{k=0}^{k=+\infty} \frac{1}{k!\,\Gamma(\nu+k+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{2k}$$

Figure 14–35 Décomposition en série entière des fonctions de Bessel à argument imaginaire.

Fonctions de Bessel proposées par Excel

Excel propose une implémentation des quatre grandes familles des fonctions de Bessel que nous venons d'aborder :

- fonctions de Bessel dites de première espèce : *BESSELJ* ;
- fonctions de Bessel dites de deuxième espèce : *BESSELY* ;
- fonctions de Bessel dites modifiées : *BESSELI* et *BESSELK*.

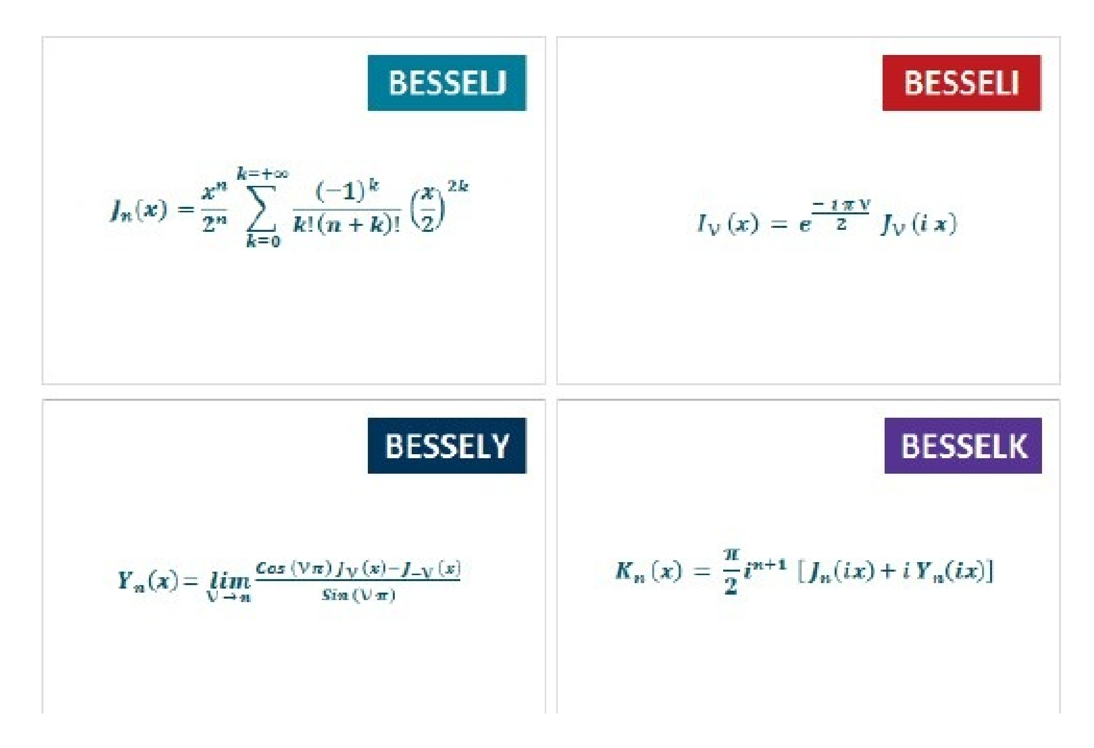


Figure 14–36 Équation des quatre fonctions de Bessel proposées par Excel.

Tableau 14–16 Fonctions de Bessel

Fonction	Description
BESSELJ	Renvoie la fonction de Bessel $J_n(x)$ (voir la figure 14-36).
BESSELY	Renvoie la fonction de Bessel $Y_n(x)$, également appelée fonction de Weber ou fonction de Neumann (voir la figure 14-36).
BESSELI	Renvoie la fonction de Bessel modifiée $I_v(x)$ qui correspond à une extension de la fonction de Bessel pour des arguments imaginaires (voir la figure 14-36).
BESSELK	Renvoie la fonction de Bessel modifiée $K_n(x)$ qui correspond à une extension des fonctions de Bessel J_n et Y_n pour des arguments imaginaires (voir la figure 14-36).

	=BESSELJ(x;n)				=BESSELY(x;n)				=BESSELI(x;n)				=BESSELK(x;n)			
4	x	n = 0	n = 1	n = 2	x	n = 0	n = 1	n = 2	x	n = 0	n = 1	n = 2	x	n = 0	n = 1	n = 2
5	0	1,00	0,00	0,00	1	0,09	-0,78	-1,65	0,0	1,00	0,00	0,00	0,4	1,11	2,18	12,04
6	1	0,77	0,44	0,11	2	0,51	-0,11	-0,62	0,3	1,02	0,15	0,01	0,5	0,92	1,66	7,55
7	2	0,22	0,58	0,35	3	0,38	0,32	-0,16	0,6	1,09	0,31	0,05	0,6	0,78	1,30	5,12
8	3	-0,26	0,34	0,49	4	-0,02	0,40	0,22	0,9	1,21	0,50	0,11	0,7	0,66	1,05	3,66
9	4	-0,40	-0,07	0,36	5	-0,31	0,15	0,37	1,2	1,39	0,71	0,20	0,8	0,57	0,86	2,72
10	5	-0,18	-0,33	0,05	6	-0,29	-0,18	0,23	1,5	1,65	0,98	0,34	0,9	0,49	0,72	2,08
11	6	0,15	-0,28	-0,24	7	-0,03	-0,30	-0,06	1,8	1,99	1,32	0,53	1,0	0,42	0,60	1,62
12	7	0,30	0,00	-0,30	8	0,22	-0,16	-0,26	2,1	2,45	1,75	0,78	1,1	0,37	0,51	1,29
13	8	0,17	0,23	-0,11	9	0,25	0,10	-0,23	2,4	3,05	2,30	1,13	1,2	0,32	0,43	1,04
14	9	-0,09	0,25	0,14	10	0,06	0,25	-0,01	2,7	3,84	3,02	1,61	1,3	0,28	0,37	0,85
15	10	-0,25	0,04	0,25	11	-0,17	0,16	0,20	3,0	4,88	3,95	2,25	1,4	0,24	0,32	0,70
16	11	-0,17	-0,18	0,14	12	-0,23	-0,06	0,22	3,3	6,24	5,18	3,10	1,5	0,21	0,28	0,58
17	12	0,05	-0,22	-0,08	13	-0,08	-0,21	0,05	3,6	8,03	6,79	4,25	1,6	0,19	0,24	0,49
18	13	0,21	-0,07	-0,22	14	0,13	-0,17	-0,15	3,9	10,37	8,91	5,80	1,7	0,17	0,21	0,41
19	14	0,17	0,13	-0,15	15	0,21	0,02	-0,20	4,2	13,44	11,71	7,87	1,8	0,15	0,18	0,35

Figure 14–37 Quelques valeurs de x pour n = 0, 1 ou 2.

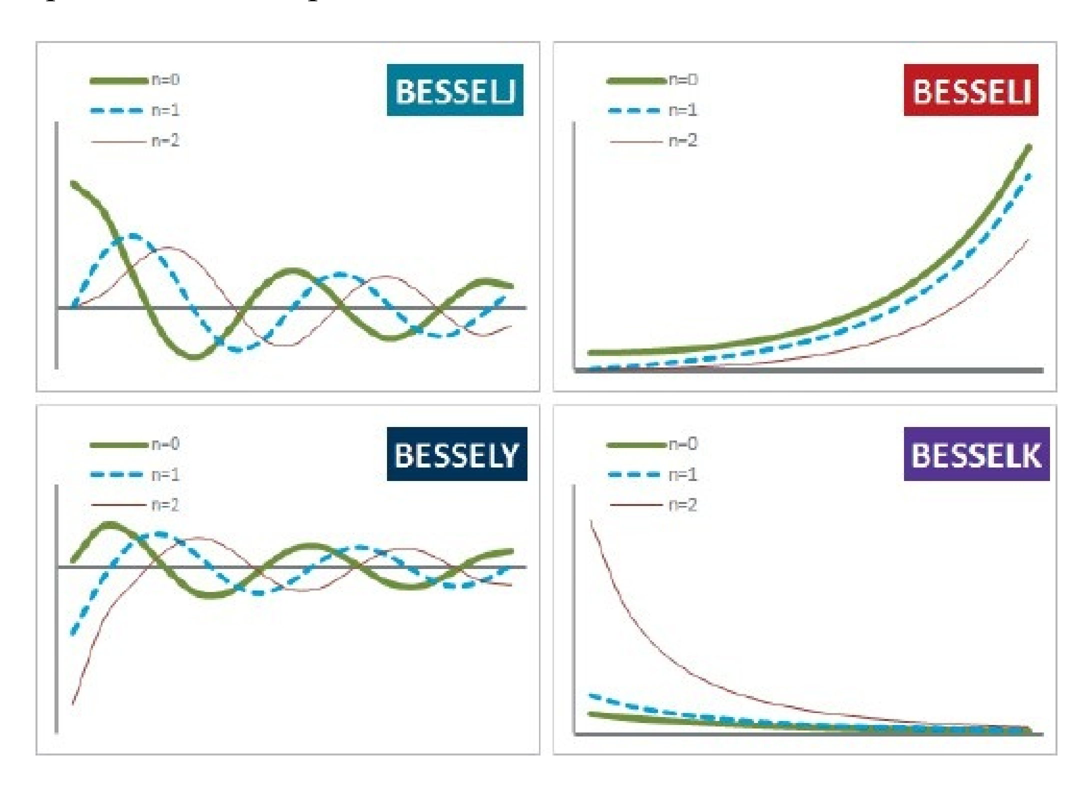


Figure 14–38 Représentation graphique des quatre fonctions de Bessel proposées par Excel, avec les valeurs calculées figure 14-37.

Fonctions d'erreur

Ces fonctions sont particulièrement utilisées pour calculer des probabilités d'erreur, notamment dans le domaine des communications. Pour comprendre leur genèse, il faut commencer par s'intéresser aux variables aléatoires « gaussiennes » qui ont la particularité de posséder une distribution de probabilité (voir le chapitre 13) décrivant de façon précise de nombreux phénomènes aléatoires réels (traitement du signal, prévision des crues, etc.).

Les gaussiennes sont régies par la loi dite « normale » (voir le chapitre 13) et admettent pour densité de probabilité la fonction dont l'expression générale est donnée figure 13-48. Par la suite, nous travaillerons sur les lois normales centrées réduites qui sont des lois normales d'espérance nulle (m = 0) et d'écart-type égal à 1 (σ = 1) (voir la figure 13-50).

RAPPEL Densité de probabilité

Cette notion a été largement abordée dans le cadre du chapitre 13. Rappelons simplement que P(X = x_0) donne la probabilité que la variable aléatoire X prenne la valeur x_0. Rappelons également que la somme des probabilités de tous les événements possibles est toujours égale à 1. Dans le cas spécifique d'une loi normale gaussienne centrée réduite, cela se traduit par la relation présentée figure 14-39.

$$\frac{1}{\sqrt{(2\pi)}}\int_{-\infty}^{\infty} e^{\left(\frac{-t^2}{2}\right)}\,dt = 1$$

Figure 14–39 La somme des probabilités de tous les événements possibles est toujours égale à 1.

Fonction d'erreur ERF

L'expression « fonction d'erreur » véhicule, par certains côtés, un message… susceptible d'induire en erreur ! En effet, l'idée qu'elle suggère à première vue (la quantification d'une probabilité d'erreur) est à peu près opposée à ce qu'elle détermine réellement. La fonction d'erreur, notée communément ERF(x), représente la probabilité qu'une variable aléatoire X prenne ses valeurs dans l'intervalle [-x, +x]. En d'autres termes, dans le cas d'une loi normale centrée réduite et en adoptant une phraséologie volontairement simpliste mais pédagogique, la fonction d'erreur calcule la probabilité que les événements les plus probables se réalisent.

La fonction d'erreur n'est autre que la somme des probabilités P(t) de tous les événements t, situés dans l'intervalle [-x, +x]. La loi de probabilité étant continue, cette somme s'exprime selon la formule présentée figure 14-40.

$$erf(x) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)}}\int_{-x}^{x} e^{\left(\frac{-t^2}{2}\right)}\,dt$$

Figure 14–40 Définition de la fonction ERF.

La fonction d'erreur ERF(x) quantifie tout simplement l'aire située sous la courbe dessinée par la loi de probabilité et délimitée par les valeurs -x et +x.

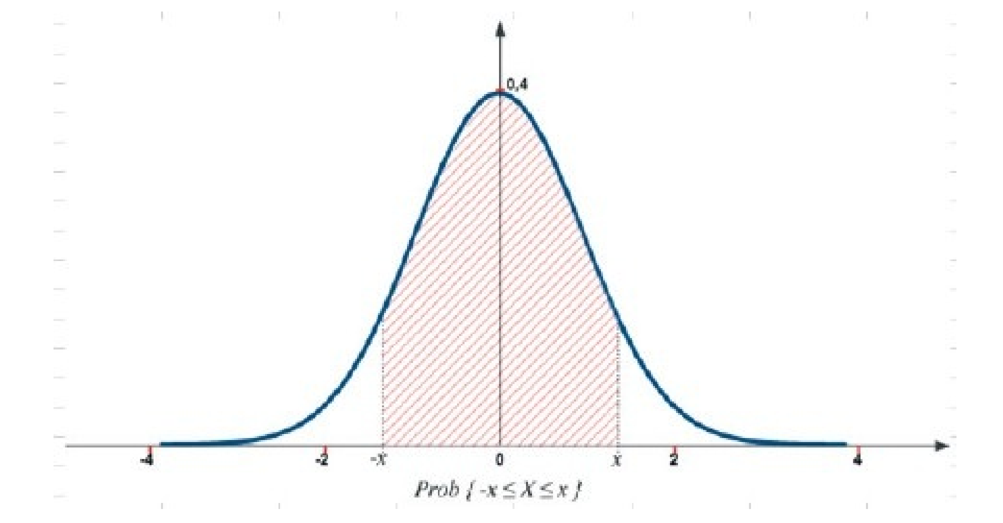


Figure 14–41 Aire correspondant à ERF(x).

COMPRENDRE Obtenir la formule générale de ERF

En tenant compte de la parité de la loi de probabilité et en procédant au changement de variable `z = t / 2`, on obtient la formule canonique de la fonction d'erreur.

$$erf(x) = \frac{2}{\sqrt{(\pi)}} \int_0^x e^{(-z^2)}\, dz$$

Figure 14–42 Formule canonique de la fonction d'erreur.

En dépit de l'arsenal mathématique dont jouissent les théoriciens des probabilités, il n'existe pas de primitive permettant de calculer exactement cette intégrale. En revanche, une valeur approchée de la fonction d'erreur peut être établie avec un haut degré de précision, en effectuant dans un premier temps une décomposition en série entière de la fonction e^{-z^2} et en procédant ensuite à une intégration de chaque terme. En passant rapidement sur ces calculs douloureux, nous arrivons à la formule générale utilisée pour calculer la fonction d'erreur (figure 14-43).

$$erf(x) = \frac{2}{\sqrt{(\pi)}} \sum_{n=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)n!} x^{2n+1}$$

Figure 14-43 Formule générale utilisée pour calculer la fonction d'erreur.

Fonction d'erreur complémentaire

De façon indirecte, la fonction d'erreur complémentaire, notée `ERFC(x)`, sert à déterminer la probabilité qu'une variable normale centrée réduite `X` dépasse la valeur `x`. La partie hachurée de la fonction *ERFC* représentée figure 14-44 est complémentaire de celle correspondant à la fonction d'erreur (figure 14-41).

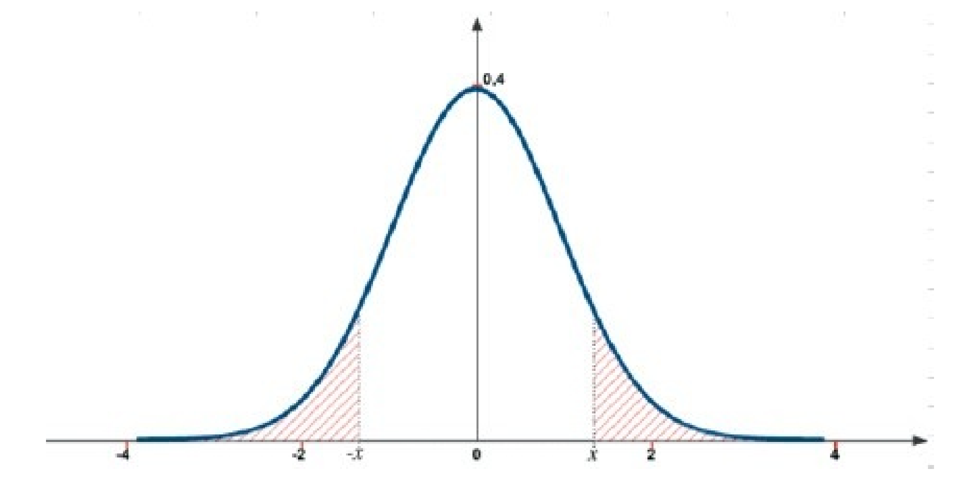


Figure 14–44 Aire correspondant à la fonction ERFC(x).

COMPRENDRE **Obtenir la formule générale de ERFC**

En tenant compte de la parité de la loi de probabilité et en procédant au même changement de variable que précédemment, la fonction d'erreur complémentaire est déterminée à l'aide de l'expression présentée figure 14-45.

$$erfc(x) = \frac{2}{\sqrt{(\pi)}} \int_{x}^{+\infty} e^{(-z^2)}\, dz$$

Figure 14–45 Formule canonique de la fonction d'erreur complémentaire.

En se rappelant que la somme des probabilités de tous les événements est égale à 1, on remarque que la fonction d'erreur complémentaire est liée à la fonction d'erreur par la relation présentée figure 14-46.

$$erfc(x) = 1 - erf(x)$$

Figure 14–46 Relation liant les fonctions ERF et ERFC.

Néanmoins, nous ne sommes pas encore au bout de nos peines, car l'information vraiment exploitable que l'on recherche est la probabilité de dépassement (en d'autres termes, on s'intéresse à la partie droite de la « queue de gaussienne »). Cette probabilité est déterminée par la fonction de Marcum, qui s'exprime à travers la formule présentée figure 14-47.

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)}} \int_{x}^{+\infty} e^{\left(-\frac{t^2}{2}\right)}\, dt$$

Figure 14–47 Fonction de Marcum.

Sans calculer cette intégrale et en effectuant le changement de variable approprié, on vérifie aisément que les fonctions de Marcum et d'erreur complémentaire sont liées l'une à l'autre à travers la relation présentée figure 14-48. Ces fonctions sont particulièrement utilisées pour calculer des probabilités d'erreur, notamment dans le domaine des communications.

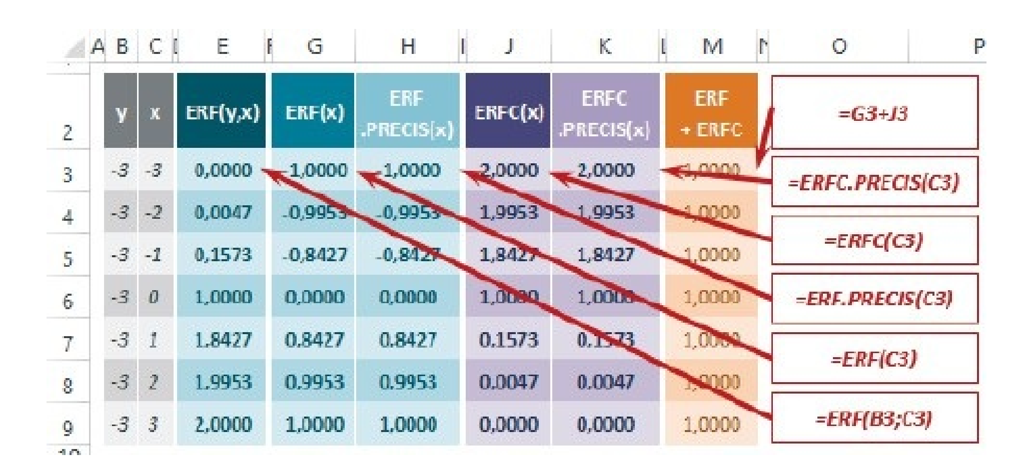
$$erfc(x) = 2Q(\sqrt{2}\,x)$$
$$Q(x) = \frac{1}{2}erfc\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right)$$

Figure 14–48 Relations liant les fonctions ERFC et les fonctions de Marcum.

Pour conclure ce rapide tour d'horizon, vous remarquerez qu'en raison des relations existant entre les fonctions d'erreur, d'erreur complémentaire et de Marcum, la fonction d'erreur fournit bel et bien une indication permettant, in fine, de calculer une probabilité d'erreur.

Fonctions d'erreur proposées par Excel

Excel propose quatre fonctions d'erreur : *ERF*, *ERF.PRECIS*, *ERFC* et *ERFC.PRECIS*.



	y	x	ERF(y,x)	ERF(x)	ERF .PRECIS(x)	ERFC(x)	ERFC .PRECIS(x)	ERF + ERFC
3	-3	-3	0,0000	-1,0000	-1,0000	2,0000	2,0000	1,0000
4	-3	-2	0,0047	-0,9953	-0,9953	1,9953	1,9953	1,0000
5	-3	-1	0,1573	-0,8427	-0,8427	1,8427	1,8427	1,0000
6	-3	0	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000
7	-3	1	1.8427	0.8427	0.8427	0.1573	0.1573	1,0000
8	-3	2	1.9953	0.9953	0.9953	0.0047	0.0047	1,0000
9	-3	3	2,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Figure 14–49 Mise en œuvre des fonctions ERF, ERF.PRECIS, ERFC et ERFC.PRECIS.

Tableau 14–17 Fonctions d'erreur

Fonction	Description
ERF	Cette fonction renvoie le résultat du calcul correspondant à l'équation présentée figure 14-40. Elle utilise deux arguments dont l'un est optionnel. Si vous ne précisez qu'un argument `(x)`, `ERF` calcule l'intégrale entre `-x` et `x`. Si vous précisez deux arguments `(y, x)`, `ERF` calcule l'intégrale entre `y` et `x`.
ERF.PRECIS	Cette fonction renvoie les mêmes résultats que la fonction `ERF`… ce qui jette un doute certain sur son utilité.
ERFC	Cette fonction renvoie le résultat du calcul correspondant à l'équation présentée figure 14-45. Son argument unique représente la limite inférieure pour le calcul de l'intégrale.
ERFC.PRECIS	Cette fonction renvoie les mêmes résultats que la fonction `ERFC`… ce qui jette également un doute certain sur son utilité.

Fonctions spéciales

Les trois dernières fonctions de la catégorie « Ingénieur » ne peuvent pas être associées à une famille particulière. On trouve *DELTA* et *SUP.SEUIL*, qui facilitent la comparaison

entre deux valeurs, et *CONVERT*, qui convertit une valeur d'une unité dans une autre.

Comparer deux valeurs

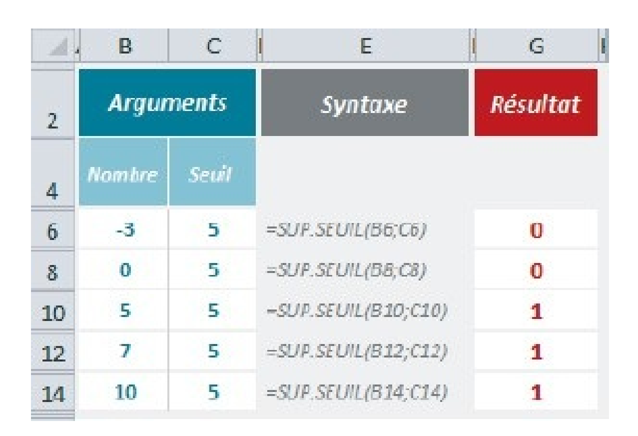
Les fonctions *DELTA* et *SUP.SEUIL* servent à comparer deux nombres.

	B	C	E	G
2	Arguments		Syntaxe	Résultat
4	Nombre 1	Nombre 2		
6	-9	-9	=DELTA(B6;C6)	1
8	-9	4	=DELTA(B8;C8)	0
10	1,5	1,5	=DELTA(B10;C10)	1
12	2,5	1,5	=DELTA(B12;C12)	0
14	10	10	=DELTA(B14;C14)	1

Figure 14–50 Mise en œuvre de la fonction DELTA.

Tableau 14–18 Fonctions de comparaison

Fonction	Description
DELTA	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres. Elle teste leur égalité et renvoie 1 s'ils sont égaux. S'ils ne le sont pas, elle renvoie 0.
SUP.SEUIL	Cette fonction utilise deux arguments, deux nombres. Elle renvoie 1 si le premier argument (valeur testée) est supérieur ou égal au deuxième (seuil). Sinon, elle renvoie 0.



	B	C	E	G
2	Arguments		Syntaxe	Résultat
4	Nombre	Seuil		
6	-3	5	=SUP.SEUIL(B6;C6)	0
8	0	5	=SUP.SEUIL(B8;C8)	0
10	5	5	=SUP.SEUIL(B10;C10)	1
12	7	5	=SUP.SEUIL(B12;C12)	1
14	10	5	=SUP.SEUIL(B14;C14)	1

Figure 14–51 Mise en œuvre de la fonction SUP.SEUIL.

EN PRATIQUE À quoi sert la fonction DELTA ?

Si vous additionnez les résultats de plusieurs fonctions *DELTA*, vous obtenez le nombre de paires égales. Dans l'exemple présenté figure 14-50, la somme des valeurs de la plage *G6:G14* renvoie `3`, correspondant effectivement au nombre de paires égales.

En mathématiques, le symbole de Kronecker (δ) est une fonction de deux variables qui est égale à `1` si celles-ci sont égales et `0` sinon.

EN PRATIQUE À quoi sert la fonction SUP.SEUIL ?

Si vous additionnez les résultats de plusieurs fonctions *SUP.SEUIL*, vous obtenez le nombre de valeurs supérieures à un seuil. Dans l'exemple présenté figure 14-51, la somme des valeurs de la plage *G6:G14* renvoie `3`, correspondant effectivement au nombre de valeurs supérieures à `5`.

Convertir les unités

La fonction *CONVERT* sert à convertir dans une unité donnée, un nombre exprimé dans une autre unité.

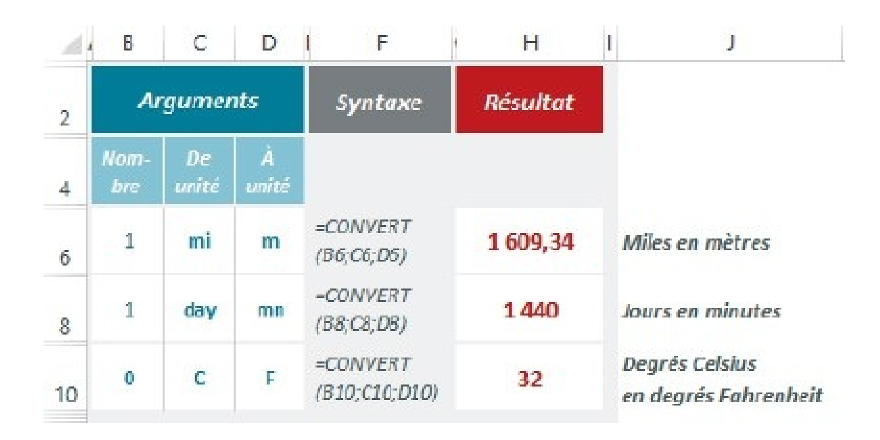


Figure 14–52 Mise en œuvre de la fonction CONVERT.

Tableau 14–19 Fonction de conversion

Fonction	Description
CONVERT	Cette fonction utilise trois arguments. Le premier est un nombre. Il est exprimé dans une unité (deuxième argument) et vous souhaitez le convertir dans une autre unité (troisième argument). Pour préciser les deuxième et troisième arguments, il faut choisir deux unités de la même famille et, surtout, respecter les majuscules et minuscules pour les saisir tels qu'ils apparaissent dans les figures 14-53, 14-54 et 14-55.

Poids et masse	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Gramme	"g"
Slug	"sg"
Livre masse	"lbm"
U (unité de masse atomique)	"u"
Once	"ozm"

Heure	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Année	"yr"
Jour	"day"
Heure	"hr"
Minute	"mn"
Seconde	"sec"

Pression	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Pascal	"Pa"
Atmosphère	"atm"
mm de mercure	"mmHg"

Force	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Newton	"N"
Dyne	"dyn"
Livre force	"lbf"

Figure 14–53 Convertir les poids, heures, pressions et forces.

Puissance	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Cheval	"HP"
Watt	"W"

Magnétisme	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Tesla	"T"
Gauss	"ga"

Distance	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Mètre	"m"
Mille	"mi"
Mille nautique	"Nmi"
Pouce	"in"
Pied	"ft"
Yard	"yd"
Angstrom	"ang"
Pica (1/72 po)	"Pica"

Température	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Degré Celsius	"C"
Degré Fahrenheit	"F"
Degré Kelvin	"K"

Figure 14–54 Convertir les puissances, distances, températures et mesures liées au magnétisme.

Énergie	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Joule	"J"
Erg	"e"
Calorie (4,183991 J)	"c"
Calorie (4,186795 J)	"cal"
Électronvolt	"eV"
Cheval-heure	"HPh"
Watt-heure	"Wh"
Livre pied	"flb"
British Thermal Unit	"BTU"

Mesures de capacité	
Nom de l'unité	Libellé à utiliser dans les arguments
Cuillère à thé	"tsp"
Cuillère à soupe	"tbs"
Once fluide	"oz"
Tasse	"cup"
Pinte U.S.A.	"pt"
Pinte R.U.	"uk_pt"
Quart	"qt"
Gallon	"gal"
Litre	"l"

Figure 14–55 Convertir les mesures d'énergie et de capacité.

Annexe

Correspondances options Excel 2003 – Excel 2010

Affichage

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Afficher : Volet Office au démarrage	absent	absent
Afficher : Barre de formule	Affichage	Afficher>Barre de formule
Afficher : Barre d'état	absent	absent
Afficher : Fenêtres dans la barre des tâches	Fichier>Options	Options avancées>Afficher>Afficher toutes les fenêtres dans la barre des tâches
Commentaires : Aucun	Fichier>Options	Options avancées>Afficher>Aucun commentaire ou indicateur
Commentaires : Indicateur seul	Fichier>Options	Options avancées>Afficher>Indicateur seul, et commentaires au survol
Commentaires : Commentaire et indicateur	Fichier>Options	Options avancées>Afficher>Commentaires et indicateurs
Objets : Afficher tout	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour ce classeur>Pour les objets, afficher tout
Objets : Indicateurs de position	absent	absent
Objets : Masquer tout	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour ce classeur>Pour les objets, afficher rien (Masquer les objets)
Fenêtres : Sauts de page	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille de calcul>Afficher les sauts de page
Fenêtres : Formules	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille de calcul>Formules dans les cellules au lieu de leurs résultats calculés

Fenêtres : Quadrillage	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille de calcul>Afficher le quadrillage
Fenêtres : Couleur du quadrillage	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille de calcul>Couleur du quadrillage
Fenêtres : En-têtes de ligne et de colonne	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille de calcul>Afficher les en-têtes de ligne et de colonne
Fenêtres : Symboles du plan	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille de calcul>Afficher les symboles du plan si un plan est appliqué
Fenêtres : Valeurs zéro	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille de calcul>Afficher un zéro dans les cellules qui ont une valeur nulle
Fenêtres : Barre de défilement horizontale	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour ce classeur>Afficher la barre de défilement horizontale
Fenêtres : Barre de défilement verticale	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour ce classeur>Afficher la barre de défilement verticale
Fenêtres : Onglets de classeur	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour ce classeur>Afficher les onglets de classeur

Calcul

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Calcul : Automatique	Formules	Calcul>Options de calcul>Automatique
Calcul : Automatique sauf les tables	Formules	Calcul>Options de calcul>Automatique sauf dans les tables de données
Calcul : Sur ordre	Formules	Calcul>Options de calcul>Manuel
Calcul : Recalcul avant enregistrement	Fichier>Options	Formules>Mode de calcul>Recalculer le classeur avant de l'enregistrer
Calcul : Calculer maintenant	Formules	Calcul>Calculer maintenant
Calcul : Calculer document	Formules	Calcul>Calculer la feuille
Calcul : Itération	Fichier>Options	Formules>Mode de calcul>Activer le calcul itératif
Calcul : Nb maximal d'itérations	Fichier>Options	Formules>Mode de calcul>Nb maximal d'itérations
Calcul : Écart maximal	Fichier>Options	Formules>Mode de calcul>Écart maximal
Options de classeur : Mise à jour des références hors	Fichier>Options	Options avancées>Lors du calcul de ce classeur>Mise à jour des liaisons vers d'autres documents

programme		
Options de classeur : Calcul avec la précision au format affiché	Fichier>Options	Options avancées>Lors du calcul de ce classeur>Définir le calcul avec la précision au format affiché
Options de classeur : Calendrier depuis 1904	Fichier>Options	Options avancées>Lors du calcul de ce classeur>Utiliser le calendrier depuis 1904
Options de classeur : Enregistrer les valeurs des liaisons externes	Fichier>Options	Options avancées>Lors du calcul de ce classeur>Enregistrer les valeurs des liaisons externes
Options de classeur : Accepter les étiquettes dans les formules	absent	absent

Modification

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Modification directe	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Modification directe
Glissement-déplacement de la cellule	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Glissement-déplacement de la cellule
Alerte avant remplacement	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Alerte avant remplacement
Déplacer la sélection après validation	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Déplacer la sélection après validation
Sens	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Sens
Décimale fixe	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Décimale fixe
Place	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Place
Couper, copier et trier les objets avec les cellules	Fichier>Options	Options avancées>Couper, copier et coller>Couper, copier et trier les objets avec les cellules
Confirmation de la mise à jour automatique des liens	Fichier>Options	Options avancées>Général>Confirmation de la mise à jour automatique des liens
Produire un retour animé	Fichier>Options	Options avancées>Général>Produire un retour animé
Saisie semi-automatique des valeurs de cellule	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Saisie semi-automatique des valeurs de cellule
Étendre les formules et formats de plage de données	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Étendre les formules et formats de plage de données

Activer la saisie automatique de pourcentage	Fichier>Options	Options avancées>Options d’édition>Activer la saisie automatique de pourcentage
Afficher les boutons d’options de collage	Fichier>Options	Options avancées>Couper, copier et coller>Afficher le bouton Options de collage lorsqu’un contenu est collé
Afficher les boutons d’insertion	Fichier>Options	Options avancées>Couper, copier et coller>Afficher les boutons d’options d’insertion

Général

Excel 2003	**Excel 2010 onglet**	**Excel 2010 commande**
Style de référence L1C1	Fichier>Options	Formules>Manipulation de formules>Style de référence L1C1
Ignorer les autres applications	Fichier>Options	Options avancées>Général>Ignorer les autres applications qui utilisent l’échange dynamique de données
Info-bulles de fonctions	Fichier>Options	Options avancées>Afficher>Afficher les info-bulles des fonctions
Liste des derniers fichiers utilisés	Fichier	Récent>Accéder rapidement à ce nombre de classeurs récents
Afficher la fenêtre des Propriétés	Fichier	Informations>Propriétés>Afficher le panneau de documents
Produire un retour sonore	Fichier>Options	Options avancées>Général>Produire un retour sonore
Zoom avec la roulette IntelliMouse	Fichier>Options	Options avancées>Options d’édition>Zoom avec la roulette IntelliMouse
Options Web	Fichier>Options	Options avancées>Général>Options Web
Options des services	Fichier	Partager>Publier vers Excel Services>Publier vers Excel Services>Options Excel Services
Nombre de feuilles de calcul par nouveau classeur	Fichier>Options	Général>Lors de la création de classeurs>Inclure ces feuilles
Police standard	Fichier>Options	Général>Lors de la création de classeurs>Utiliser cette police
Dossier par défaut	Fichier>Options	Enregistrement>Enregistrer les classeurs>Dossier par défaut
Au démarrage, ouvrir tous les fichiers du dossier	Fichier>Options	Options avancées>Général>Au démarrage, ouvrir tous les fichiers du dossier

Nom d'utilisateur	Fichier>Options	Général>Personnaliser votre copie de Microsoft Office

Transition

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Enregistrer les fichiers Excel sous	Fichier>Options	Enregistrement>Enregistrer les classeurs>Enregistrer les fichiers au format suivant
Touche d'accès au menu Microsoft Office Excel	Fichier>Options	Options avancées>Compatibilité avec Lotus>Touche d'accès au menu Microsoft Excel
Touches alternatives de déplacement	Fichier>Options	Options avancées>Compatibilité avec Lotus>Touches alternatives de déplacement
Autre interprétation des formules	Fichier>Options	Options avancées>Paramètres de compatibilité avec Lotus>Autre interprétation des formules
Autre mode de saisie des formules	Fichier>Options	Options avancées>Paramètres de compatibilité avec Lotus>Autre mode de saisie des formules

Liste pers.

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Liste pers.	Fichier>Options	Options avancées>Général>Modifier les listes personnalisées

Graphique

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Graphique actif : Traitement des cellules vides Non tracées (laisse un vide)	Outils de graphique> Création	Données>Sélectionner des données>Cellules masquées et cellules vides>Relier les points de données par une courbe
Graphique actif : Traitement des cellules vides Valeur zéro	Outils de graphique> Création	Données>Sélectionner des données>Cellules masquées et cellules vides>Valeur zéro
Graphique actif : Traitement des cellules vides Interpolées	Outils de graphique> Création	Données>Sélectionner des données>Cellules masquées et cellules vides>Intervalles
Graphique actif : Tracer les cellules visibles seulement	Outils de graphique> Création	Données>Sélectionner des données>Cellules masquées et cellules vides>Afficher les données des lignes et colonnes masquées
Info-bulles de		

graphiques : Afficher les noms	Fichier>Options	Options avancées>Graphique>Afficher les noms des éléments
Info-bulles de graphiques : Afficher les valeurs	Fichier>Options	Options avancées>Graphique>Afficher les valeurs des points de données

Couleur

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Couleurs Modifier	Mise en page	Thèmes>Couleurs
Copier les couleurs de	Mise en page	Thèmes>Thèmes>Rechercher les thèmes

International

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Gestion des nombres : Séparateur de décimale	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Séparateur de décimale
Gestion des nombres : Séparateur de milliers	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Séparateur des milliers
Gestion des nombres : Utiliser les séparateurs système	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Utiliser les séparateurs système
Impression : Redimensionner A4/papier à lettres	Fichier>Options	Options avancées>Général>Ajuster le contenu aux formats papier A4 ou 8,5 X 11
De droite à gauche : Orientation par défaut de droite à gauche	Fichier>Options	Options avancées>Afficher>Orientation par défaut de droite à gauche
De droite à gauche : Orientation par défaut de gauche à droite	Fichier>Options	Options avancées>Afficher>Orientation par défaut de gauche à droite
De droite à gauche : Déplacement du curseur logique	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Déplacement du curseur logique
De droite à gauche : Déplacement du curseur visuel	Fichier>Options	Options avancées>Options d'édition>Déplacement du curseur visuel
De droite à gauche : Afficher la feuille active	Fichier>Options	Options avancées>Afficher les options pour cette feuille

de droite à gauche		de calcul>Afficher la feuille de droite à gauche

Options

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Paramètres : Enregistrer les informations de récupération automatique toutes les	Fichier>Options	Enregistrement>Enregistrer les classeurs>Enregistrer les informations de récupération automatique toutes les
Emplacement d'enregistrement de récupération automatique	Fichier>Options	Enregistrement>Enregistrer les classeurs>Emplacement du fichier de récupération automatique
Options de classeur : Désactiver la récupération automatique	Fichier>Options	Enregistrement>Exceptions de récupération automatique pour>Désactiver la récupératon automatique pour ce classeur uniquement

Vérification des erreurs

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Paramètres : activer la vérification des erreurs d'arrière-plan	Fichier>Options	Formules>Vérification des erreurs>Activer la vérification des erreurs en arrière-plan
Paramètres : couleur de l'indicateur d'erreur	Fichier>Options	Formules>Vérification des erreurs>Indiquer les erreurs à l'aide de cette couleur
Paramètres : Rétablir les erreurs ignorées	Fichier>Options	Formules>Vérification des erreurs>Rétablir les erreurs ignorées
Règles : Donne une valeur d'erreur	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Cellules dont les formules génèrent des erreurs
Règles : Date du texte avec des années à deux chiffres	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Cellules contenant des années à deux chiffres
Règles : Nombre stocké en tant que texte	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Nombres mis en forme en tant que texte ou précédés d'une apostrophe
Règles : Formule incohérente dans la zone	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Formules incohérentes avec d'autres formules de la zone
Règles : La formule omet des cellules dans la zone	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Cellules omises dans une formule appliquée à une zone
Règles : Des cellules		

déverrouillées contiennent des formules	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Formules dans des cellules déverrouillées
Règles : Formules faisant référence à des cellules vides	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Formules faisant référence à des cellules vides
Règles : Erreur de validation des données de la liste	Fichier>Options	Formules>Règles de vérification des erreurs>Données incorrectes dans un tableau

Orthographe

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Langue du dictionnaire	Fichier>Options	Vérification>Lors de la correction orthographique dans les programmes Microsoft Office>Langue du dictionnaire
Ajouter les mots à	Fichier>Options	Vérification>Lors de la correction orthographique dans les programmes Microsoft Office>Dictionnaires personnels
Suggérer à partir du dictionnaire principal uniquement	Fichier>Options	Vérification>Lors de la correction orthographique dans les programmes Microsoft Office>Suggérer à partir du dictionnaire principal uniquement
Ignorer les mots en MAJUSCULES	Fichier>Options	Vérification>Lors de la correction orthographique dans les programmes Microsoft Office>Ignorer les mots en MAJUSCULES
Ignorer les mots contenant des chiffres	Fichier>Options	Vérification>Lors de la correction orthographique dans les programmes Microsoft Office>Ignorer les mots qui contiennent des chiffres
Ignorer les adresses Internet et les adresses de fichiers	Fichier>Options	Vérification>Lors de la correction orthographique dans les programmes Microsoft Office>Ignorer les chemins d’accès aux fichiers
Options de correction automatique	Fichier>Options	Vérification>Options de correction automatique>Options de correction automatique

Sécurité

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Paramètres de cryptage de fichiers pour ce classeur : Mot de passe pour la lecture	Fichier	Enregistrer sous>Outils>Options générales>Mot de passe pour la lecture

Paramètres de partage de fichiers pour ce classeur : Mot de passe pour la modification	Fichier	Enregistrer sous>Outils>Options générales>Mot de passe pour la modification
Paramètres de partage de fichiers pour ce classeur : Lecture seule recommandée	Fichier	Enregistrer sous>Outils>Options générales>Lecture seule recommandée
Paramètres de partage de fichiers pour ce classeur : Signatures numériques	Insertion	Texte>Ligne de signature
Options de confidentialité : Supprimer les informations personnelles des propriétés de ce fichier à l'enregistrement	Fichier>Options	Centre de gestion de la confidentialité>Paramètres du Centre de gestion de la confidentialité>Paramètres spécifiques au document>Supprimer les informations personnelles des propriétés du fichier lors de l'enregistrement
Sécurité des macros : Sécurité des macros	Développeur	Code>Sécurité des macros

Correspondances commandes Excel 2003 – Excel 2010

Fichier

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Nouveau	Fichier	Nouveau
Ouvrir	Fichier	Ouvrir
Fermer	Fichier	Fermer
Enregistrer	Fichier	Enregistrer
Enregistrer sous	Fichier	Enregistrer sous
Enregistrer en tant que page Web	Fichier	Enregistrer sous>Type>Page Web (*.htm, *.html)
Enregistrer l'espace de travail	Affichage	Fenêtre>Enregistrer l'espace de travail
Recherche de fichiers	Fichier	Ouvrir>Partie supérieure de la boîte de dialogue
Autorisation	Fichier	Informations>Autorisations>Protéger le classeur
Aperçu de la page Web		Commande existante, mais non présente dans le ruban

Mise en page	Mise en page	Mise en page>Lanceur de boîte de dialogue
Zone d'impression	Mise en page	Mise en page>Zone d'impression
Aperçu avant impression	Fichier	Imprimer>Partie droite de la fenêtre
Imprimer	Fichier	Imprimer>Partie gauche de la fenêtre
Envoyer vers	Fichier	Partager>Diverses commandes présentes dans la fenêtre de droite, d'autres existent mais ne sont pas proposées dans la fenêtre
Propriétés	Fichier	Informations>Propriétés>Propriétés avancées
Fichiers récents	Fichier	Récent
Quitter	Fichier	Quitter

Édition

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Annuler	Barre d'outils Accès rapide	Annuler
Répéter	Barre d'outils Accès rapide	Répéter
Couper	Accueil	Presse-papiers>Couper
Copier	Accueil	Presse-papiers>Copier
Presse-papiers	Accueil	Presse-papiers>Lanceur de boîte de dialogue
Coller	Accueil	Presse-papiers>Coller
Collage spécial	Accueil	Presse-papiers>Coller>Collage spécial
Coller comme lien hypertexte		Commande existante, mais non présente dans le ruban. Voir le chapitre 13.
Remplissage	Accueil	Édition>Remplissage
Effacer	Accueil	Édition>Effacer
Supprimer	Accueil	Cellules>Supprimer>Supprimer les cellules
Supprimer une feuille	Accueil	Cellules>Supprimer>Supprimer une feuille
Déplacer ou copier une feuille	Accueil	Cellules>Format>Déplacer ou copier une feuille
Rechercher	Accueil	Édition>Rechercher et sélectionner>Rechercher
Remplacer	Accueil	Édition>Rechercher et sélectionner>Remplacer
Atteindre	Accueil	Édition>Rechercher et sélectionner>Atteindre
Liaisons	Fichier	Information>Modifier les liens d'accès au fichier
Liaisons	Données	Connexions>Modifier les liens d'accès

Objet	Outils de l’objet	Correspond à l’onglet contextuel qui apparaît lorsqu’on sélectionne un objet

Affichage

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Normal	Affichage	Affichages classeur>Normal
Aperçu des sauts de page	Affichage	Affichages classeur>Aperçu des sauts de page
Volet Office	absent	absent
Barres d’outils	absent	absent
Barre de formule	Affichage	Afficher>Barre de formule
Barre d’état	absent	Mais peut quand même être masquée si l’on passe en plein écran (Affichage>Affichages classeur)
En-tête et pied de page	Insertion	Texte>En-tête et pied de page
Commentaires	Révision	Commentaires>Afficher tous les commentaires
Affichages personnalisés	Affichage	Affichages classeur>Affichages personnalisés
Plein écran	Affichage	Affichages classeur>Plein écran
Zoom	Affichage	Zoom>Zoom

Insertion

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Cellules	Accueil	Cellules>Insérer>Insérer des cellules
Lignes	Accueil	Cellules>Insérer>Insérer des lignes dans la feuille
Colonnes	Accueil	Cellules>Insérer>Insérer des colonnes dans la feuille
Feuille	Accueil	Cellules>Insérer>Insérer une feuille
Graphique	Insertion	Graphiques>Lanceur de boîte de dialogue
Caractères spéciaux	Insertion	Symboles>Symbole
Saut de page	Mise en page	Mise en page>Sauts de page>Insérer un saut de page
Fonction	Formules	Bibliothèque de fonctions>Insérer une fonction
Nom>Définir	Formules	Noms définis>Définir un nom>Définir un nom
Nom>Coller	Formules	Noms définis>Utiliser dans la formule
Nom>Créer	Formules	Noms définis>Créer à partir de la sélection
Nom>Appliquer	Formules	Noms définis>Définir un nom>Appliquer les noms
Nom>Étiquette	absent	absent

Commentaire	Révision	Commentaires>Nouveau commentaire
Image>Images clipart	Insertion	Illustrations>Images ClipArt
Image>À partir du fichier	Insertion	Illustrations>Image
Image>À partir d'un scanneur ou d'un appareilphoto numérique	absent	absent
Image>Formes automatiques	Insertion	Illustrations>Formes
Image>WordArt	Insertion	Texte>WordArt
Image>Organigramme hiérarchique	Insertion	Illustrations>SmartArt
Diagramme	Insertion	Illustrations>SmartArt
Objet	Insertion	Texte>Objet
Lien hypertexte	Insertion	Liens>Lien hypertexte

Format

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Cellule	Accueil	Cellules>Format>Format de cellule
Ligne>Hauteur	Accueil	Cellules>Format>Hauteur de ligne
Ligne>Ajustement automatique	Accueil	Cellules>Format>Ajuster la hauteur de ligne
Ligne>Masquer	Accueil	Cellules>Format>Masquer & Afficher>Masquer les lignes
Ligne>Afficher	Accueil	Cellules>Format>Masquer & Afficher>Afficher les lignes
Colonne>Largeur	Accueil	Cellules>Format>Largeur de colonnes
Colonne>Ajustement automatique	Accueil	Cellules>Format>Ajuster la largeur de colonne
Colonne>Masquer	Accueil	Cellules>Format>Masquer & Afficher>Masquer les colonnes
Colonne>Afficher	Accueil	Cellules>Format>Masquer & Afficher>Afficher les colonnes
Colonne>Largeur standard	Accueil	Cellules>Format>Largeur par défaut
Feuille>Renommer	Accueil	Cellules>Format>Renommer la feuille

Feuille>Masquer	Accueil	Cellules>Format>Masquer & Afficher>Masquer la feuille
Feuille>Afficher	Accueil	Cellules>Format>Masquer & Afficher>Afficher la feuille
Feuille>Arrière-plan	Mise en page	Mise en page>Arrière plan
Feuille>Couleur d'onglet	Accueil	Cellules>Format>Couleur d'onglet
Mise en forme automatique	Accueil	Style>Mettre sous forme de tableau
Mise en forme conditionnelle	Accueil	Style>Mise en forme conditionnelle
Style	Accueil	Style>Styles de cellules

Outils

Excel 2003	**Excel 2010 onglet**	**Excel 2010 commande**
Orthographe	Révision	Vérification>Orthographe
Bibliothèque de recherche	Révision	Vérification>Recherche
Vérification des erreurs	Formules	Audit de formules>Vérification des erreurs>Vérification des erreurs
Espace de travail partagé	Fichier	Partager>Enregistrer dans Share Point
Partager le classeur	Révision	Modifications>Partager le classeur
Suivi des modifications	Révision	Modifications>Suivi des modifications
Comparaison et fusion des classeurs		Commande existante, mais non présente dans le ruban. Voir le chapitre 13.
Protection>Protéger la feuille	Révision	Modifications>Protéger la feuille
Protection>Permettre aux utilisateurs de modifier des plages	Révision	Modifications>Permettre la modification des plages
Protection>Protéger le classeur	Révision	Modifications>Protéger le classeur
Protection>Protéger et partager le classeur	Révision	Modifications>Protéger et partager le classeur
Collaboration en ligne	absent	absent
Valeur cible	Données	Outils de données>Analyse de scénarios>Valeur cible
Gestionnaire de scénarios	Données	Outils de données>Analyse de scénarios>Gestionnaire de scénarios

Audit de formules>Repérer les antécédents	Formules	Audit de formules>Repérer les antécédents
Audit de formules>Repérer les dépendants	Formules	Audit de formules>Repérer les dépendants
Audit de formules>Repérer une erreur	Formules	Audit de formules>Repérer une erreur
Audit de formules>Supprimer toutes les flèches	Formules	Audit de formules>Supprimer toutes les flèches
Audit de formules>Évaluation de formule	Formules	Audit de formules>Évaluation de formule
Audit de formules>Afficher la fenêtre Espions	Formules	Audit de formules>Fenêtre espion
Audit de formules>Mode Audit de formules	Formules	Audit de formules>Afficher les formules
Audit de formules>Afficher la barre d’outils Audit de formules	absent	absent
Macro>Macros	Affichage	Macros>Macros>Afficher les macros
Macro>Nouvelle macro	Affichage	Macros>Macros>Enregistrer une macro
Macro>Sécurité	Développeur	Code>Sécurité des macros
Macro>Visual Basic Editor	Développeur	Code>Visual Basic
Macro>Microsoft Script Editor	absent	absent
Macros complémentaires	Développeur	Compléments>Compléments
Options de correction automatique	Fichier	Options>Vérification>Options de correction automatique
Personnaliser>Barres d’outils	absent	absent
Personnaliser>Commandes	Fichier	Options>Personnaliser le ruban
Personnaliser>Options>Lister les noms de polices dans leur format de police	absent	absent
Personnaliser>Options>Afficher les Info-bulles	Fichier	Options>Standard>Style d’info-bulle
Options	Fichier	Options (voir le détail dans la section suivante)

Données

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Trier	Données	Trier et filtrer>Trier

Filtrer>Filtre automatique	Données	Trier et filtrer>Filtrer
Filtrer>Afficher tout	Données	Trier et filtrer>Effacer
Filtrer>Filtre élaboré	Données	Trier et filtrer>Avancé
Formulaire		Commande existante, mais non présente dans le ruban
Sous-totaux	Données	Plan>Sous-total
Validation	Données	Outils de données>Validation des données
Table	Données	Outils de données>Analyse de scénarios
Convertir	Données	Outils de données>Convertir
Consolider	Données	Outils de données>Consolider
Grouper et créer un plan>Masquer	Données	Plan>Masquer
Grouper et créer un plan>Afficher les détails	Données	Plan>Afficher les détails
Grouper et créer un plan>Grouper	Données	Plan>Grouper>Grouper
Grouper et créer un plan>Dissocier	Données	Plan>Dissocier>Dissocier
Grouper et créer un plan>Plan automatique	Données	Plan>Grouper>Plan automatique
Grouper et créer un plan>Effacer le plan	Données	Plan>Dissocier>Effacer le plan
Grouper et créer un plan>Paramètres	Données	Plan>Lanceur de boîte de dialogue
Rapport de tableau croisé dynamique	Insertion	Tableaux>Tableau croisé dynamique
Données externes>Importer des données	Données	Données externes>Les divers boutons du groupe
Données externes>Nouvelle requête sur le Web	Données	Données externes>À partir du site Web
Données externes>Créer une requête	Données	Données externes>À partir d'autres sources>Provenance : Microsoft Query
Données externes>Modifier la requête		Commande existante, mais non présente dans le ruban
Données externes>Propriétés de	Données	Connexions>Connexions>Propriétés

la plage de données		
Données externes>Paramètres		Commande existante, mais non présente dans le ruban
Liste>Créer une liste	Insertion	Tableaux>Tableau
Liste>Redimensionner la liste	Outils de table> Création	Propriétés>Redimensionner le tableau
Liste>Ligne total	Outils de table> Création	Options de style de tableau>Ligne des totaux
Liste>Convertir en plage	Outils de table> Création	Outils>Convertir en plage
Liste>Publier la liste	Outils de table> Création	Données de table externe>Exporter>Exporter le tableau dans une liste SharePoint
Liste>Afficher la liste sur le serveur	Outils de table> Création	Données de table externe>Ouvrir dans le navigateur
Liste>Supprimer la liaison de la liste	Outils de table> Création	Données de table externe>Supprimer la liaison
Liste>Synchroniser la liste		Commande existante, mais non présente dans le ruban. Voir le chapitre 13.
Liste>Ignorer les modifications et actualiser		Commande existante, mais non présente dans le ruban. Voir le chapitre 13.
Liste>Masquer la bordure des listes inactives	absent	absent
XML>Importer	Développeur	XML>Importer
XML>Exporter	Développeur	XML>Exporter
XML>Actualiser les données XML	Développeur	XML>Actualiser les données
XML>Source XML	Développeur	XML>Source
XML>Propriétés du mappage XML	Développeur	XML>Propriétés du mappage
XML>Modifier la requête	absent	absent
XML>Kits d'extension XML	Développeur	XML>Kits d'extension
Actualiser les données	Données	Connexions>Actualiser tout

Fenêtre

Excel 2003	Excel 2010 onglet	Excel 2010 commande
Nouvelle fenêtre	Affichage	Fenêtre>Nouvelle fenêtre
Réorganiser	Affichage	Fenêtre>Réorganiser tout
Comparer en côte à côte avec	Affichage	Fenêtre>Afficher côte à côte
Masquer	Affichage	Fenêtre>Masquer
Afficher	Affichage	Fenêtre>Afficher
Fractionner	Affichage	Fenêtre>Fractionner
Figer les volets	Affichage	Fenêtre>Figer les volets
Classeurs ouverts	Affichage	Fenêtre>Changement de fenêtre

Index

#REF ! 71
& 15, 82

A

ABS *440*
Access 359
ACOS *465*
ACOSH *469*
action 206
ADRESSE 192
affichage personnalisé 44–45
AGREGAT *448*
ALEA *459*
ALEA.ENTRE.BORNES *459*
AMORDEGRC 227, 229
AMORLIN 225–226
AMORLINC 225–226
amortissement
  définition 225
  dégressif 225, 227
  linéaire 225
Analyse rapide 99
Analysis ToolPak *552*
ANNEE 180
Annuler 61
aperçu avant impression 78
aplatissement d'une courbe *533*
arithmétique modulaire *440*
arrangement *459*
ARRONDI 154, 421, *434–435*
arrondi 353, 419
ARRONDI.AU.MULTIPLE *437*
ARRONDI.INF *434–435*
ARRONDI.SUP 173, *434–435*
ASCII 350, 353
ASIN *465*

ASINH *469*
assistant importation de texte 343
assistant requête 361
ATAN *466*
ATAN2 *466*
ATANH *469*
audit 412
antécédents 325
commentaires 328
définition 325
dépendants 325–326
dernière cellule 328
différences par colonne 327
différences par ligne 327
fenêtre espion 329
flèches 326
formules 328
liaisons externes 326
noms 330
rechercher et sélectionner 328, 330
sélectionner les cellules 327
suivi des erreurs 329
AUJOURDHUI 55, 154, 180
AVERAGEA *479*

B

BAHTTEXT 353
barre Accès rapide 35
barre d'état 39
barre d'outils Accès rapide 396, 428
barre de formule 53
affichage 54
barre des tâches 40
base de données 111, 118, 359
BDECARTYPE 375
BDECARTYPEP 375
BDLIRE 375
BDMAX 375
BDMIN 375
BDMOYENNE 375
BDNB 375
BDNBVAL 375
BDPRODUIT 375
BDSOMME 375–376
BDVAR 375

BDVARP 375
BESSELI *572*
BESSELJ *572*
BESSELK *572*
BESSELY *572*
BETA.INVERSE.N *520*
biais *485*
bibliothèque multimédia 235–236
billet du trésor 222
BINDEC *564*
BINHEX *564*
BINOCT *564*
bit de poids fort *564*
boîte à moustaches *484*

C

calcul
itératif 208
calcul matriciel *454*, *470*
capture d’écran 238
CAR 13, 350
caractère *475*
caractère générique 336, *443*
caractères spéciaux 59
cash-flow 213
CELLULE 176
cellule
- bordure 86
- cellules solidaires 70
- effacer 70
- fusionner 88
- insérer 72
- invites de saisie 308
- liste 305
- masquer 88
- message d’alerte 307
- mettre en forme 84
- nommer 49
- orientation du texte 87
- paramètres 73
- police 86
- protéger 88
- sélectionner 48
- sélectionner toutes 48
- style 89

supprimer 70
taille 87
verrouiller 310
centile *485*
CENTILE.EXCLURE *485*
CENTILE.INCLURE *485*
CENTREE.REDUITE *490*
certificat électronique 320
chemin d’accès 14, 234
CHERCHE 355
CHISQ.TEST *542*, *546*
CHOISIR 193
classe *477*
classeur 41
afficher 46
auteur 324
changer le thème 76
comparer 303
définir un thème 76
enregistrer 322, 431
format de fichier 322, 330
limiter la taille 71
liste des noms 52
masquer 46
mode de compatibilité 331
modèle 429
nombre de feuilles 431
ouvrir 391
palette de couleurs 323
panneau de document 324
paramètres 73
partager 301
police par défaut 431
propriétés 324
protéger 302, 309, 312
résumé 324
sauvegarde automatique 432
supprimer la protection 310, 314
thème 73–75
clé de tri 113
Clipart
convertir une image en objet 248
enrichir 236
insérer 235
légende 237

mot-clé 236
supprimer 236
volet 235
CNUM 359
CODE 13, 350
code d'erreur 130
#DIV/0! 158
#N/A 158, 172, 176, 178
#NOM? 156, 158
#NOMBRE! 158
#NUL! 158
#REF! 158
#VALEUR! 158, 164, 181, *455*
code des caractères 13
coefficient d'aplatissement *486*
coefficient de corrélation *490*, *549*
COEFFICIENT.ASYMETRIE *486*
COEFFICIENT.CORRELATION *491*
COEFFICIENT.DETERMINATION *496*
collage spécial 157, 162, 269, 298, 376, 383
collections Web 236
COLONNE 19, 190
colonne
masquer *447*
supprimer 158
COLONNES 190
COMBIN *460*, *503*
combinaison *459*
commentaire
afficher 297, 299
ajouter 297
définition 296
dupliquer 298
format 298
imprimer 299
modifier 297
parcourir 299
sélectionner 299
supprimer 298
compléments Excel 200, *552*
COMPLEXE *555*
COMPLEXE.ARGUMENT *558*
COMPLEXE.CONJUGUE *556*
COMPLEXE.COS *559–562*
COMPLEXE.DIFFERENCE *558*

COMPLEXE.DIV *558*
COMPLEXE.EXP *563*
COMPLEXE.IMAGINAIRE *555*
COMPLEXE.LN *563*
COMPLEXE.LOG10 *563*
COMPLEXE.LOG2 *563*
COMPLEXE.MODULE *556*
COMPLEXE.PRODUIT *558*
COMPLEXE.PUISSANCE *559*
COMPLEXE.RACINE *559*
COMPLEXE.REEL *555*
COMPLEXE.SIN *559–562*
COMPLEXE.SOMME *558*
concaténation 15
CONCATENER 357
connexion 359, 369
consolider 331, 334, 422
constante e *453*, *459*
contrôles ActiveX 203
contrôles de formulaire 202
conversion 223
CONVERT *577*, *579*
convertir 348, 351
copier/coller
collage spécial 66, 68
poignée de recopie 66
COS *464*
COSH *468*
cotation 220, 224
couleur
    dégradé 75
    thème 75
coupon
    attaché 218
    définition 217
    détaché 218
covariance *490*
COVARIANCE.PEARSON *492*
COVARIANCE.STANDARD *492*
CROISSANCE *499*
CTXT 353
cube 370
CUMUL.INTER 212
CUMUL.PRINCPER 212

D

DATE 20, 181
date
    année frontière 56
    date d'origine 56
    interprétation 56
    modifier le format 57
    saisir 55, 57
    série 56
date origine 180
DATE.COUPON.PREC 219
DATE.COUPON.SUIV 219
DATEVAL 181
DB 227–228
DDB 227, 229
DECALER 19, 192–193
DECBIN *564*
DECHEX *564*
DECOCT *564*
décote 225
degré de liberté *498*, *524*
DEGRES *463*
DELTA *577–578*
dénombrer *475*
dépréciation 225
DETERMAT *455*, *470*
déterminant *455*, *470*
développement limité *448*, *470*
distribution asymétrique *486*
distribution de probabilités *501*
distribution théorique *500*
domaine de variation *510*
DROITE 354, 358
DROITEREG *494*
duration 220
DUREE 220
DUREE.MODIFIEE 220

E

ECART.MOYEN *485*
ECARTYPE.PEARSON *485*, *492*
ECARTYPE.STANDARD *485*, *492*, *534*
échéancier 211, 218
éditeur de registre 432
emprunt 211

emprunt obligataire 217
ENT 106, *436*
épreuve de Bernoulli *502*
EPURAGE 354
équation - syntaxe 241
EQUATION.RANG *488*
EQUIV 190, 203
ERF *574*, *577*
ERF.PRECIS *577*
ERFC *575*, *577*
ERFC.PRECIS *577*
ERREUR.TYPE.XY *496*
espérance *501*
EST.IMPAIR 174
EST.LOGIQUE 175
EST.NA 176
EST.PAIR 105, 174
ESTERR 176
ESTERREUR 176
ESTFORMULE 175
estimation 208, 214
ESTNONTEXTE 175
ESTNUM 175
ESTREF 174
ESTTEXTE 175
ESTVIDE 174
ET 171, 187
EXACT 357
EXP *453*, *471*, *519*
exporter un graphique 384
exporter un tableau 382

F

F.TEST *541*
F5 117
FACT *458*, *519*
FACTDOUBLE *458*
facteurs premiers *440*
factorielle *458*
factorielle double *458*
FAUX 171
fenêtre, réorganiser tout 332
FEUILLE 177
feuille 41
  afficher 46

arrière-plan 84
copier 43
échelle d'impression 79
en-tête/pied de page 80
Figer les volets 44
grille magnétique 244
groupe de travail 42
imprimer le quadrillage 84
imprimer les titres 83
insérer 43
limites 43
masquer 46
mettre en page 78
modification des plages 314
naviguer 311
ôter la protection 243
page paire/impaire 83
protéger 242, 311, 415
rectangle actif 328, 413
Réorganiser tout 44
scinder 44
sélectionner certaines cellules 48
sélectionner toutes les cellules 48
supprimer 43
zone d'impression 80
FEUILLES 177
fichier
ASCII 341
délimité 343
encodage 341
enregistrer 388
largeur fixe 343
texte 340
filtre
automatique 118
FILTRE.XML 380
filtrer 117, 119
chronologie 127, 143
dates 120
filtre avancé 122
filtre chronologique 121
filtre numérique 121
filtre simple 120
filtre textuel 121
options 122

par couleurs 121
sans doublon 125
segment 125, 142
zone de critères 122, 124
filtrer la saisie 305
FIN.MOIS 20, 183, 187
FISHER *549*
FISHER.INVERSE *549*, *551*
flux 206
flux valorisé 213
fonction
aide 154–155
argument 155
d'information 174
de date 179
de recherche 189
imbrication 156
insérer 154
logique 170
texte 156
fonction d'erreur *573–574*
fonction d'erreur complémentaire *575*
fonction de densité *500*, *510*
fonction de Marcum *576*
fonction de répartition *510*
fonction matricielle *478*, *481*
fonctions circulaires *462*
fonctions de Bessel *569*
fonctions de texte 350
fonctions eulériennes *516*
fonctions financières 206
fonctions hyperboliques *466*
fonctions statistiques *447*
format de nombre *517*
formater une cellule
dégradé 27
fond 27
intitulé vertical 27
mise en forme conditionnelle 27
taille 26
forme
ajouter un point 250
changer de 252
courbe 252
déformer 253

dégradé 256
dessin à main levée 252
format 255
forme libre 252
insérer 237
macro 397
modifier le tracé 250
modifier les points 250
photo 258
poignée 253
point d'angle 251
point lisse 251
point symétrique 251
segment 251
segment courbé 251
segment droit 251
supprimer un point 250
trajectoire 252
formule 53
afficher 150
afficher le résultat 53
argument 154
audit 161
chemin d'accès 152
constante matricielle 164
copie automatique 157
copier 156
équation 153
erreur 157
figer 68, 157
fonction préprogrammée 154
imbrication 156
lister 412
matricielle 161
Modification directe 54
modifier 162
nom 153
nommer 50
opérande 152
opérateur 150
parenthèse 151
priorité des opérateurs 151
référence 152
référence circulaire 160
somme en trois dimensions 332

structure 150
texte 156
utiliser les noms 52
valider 161
FORMULETEXTE 192
fraction 224
FRACTION.ANNEE 184, 188
FRANC 353
FREQUENCE 161, 163, *477*
fréquence *476*
fusionner des cellules 18

G

GAUCHE 354, 357, 359
gestionnaire de noms 50–51
filtrer 53
gestionnaire de scénarios 201
graduer les règles 79
GRANDE.VALEUR *482*
graphique
abscisses 271
afficher un objet 262, 274–275
aire 266
ajouter une série 269
anneau 267
assemblage d'objets 274
axe chronologique 278
axe des ordonnées 279
axe secondaire 282, 284
barres d'erreur 286
barres de secteurs 284
boursier 267–268, 290
bulle 267
cellule masquée 291
cellule vide 291
chevauchement des piles 278
courbe 266
courbe de tendance 285
créer 263
définir un modèle 291
diamètre des bulles 278
données 271
échelle de l'axe 279
échelle logarithmique 280
empiler les images 278

emplacement 281
étiquettes 287
étiquettes d'abscisses 264, 269, 289
étiquettes de données 409
exploser les secteurs 278
fichier de modèle 292
format de nombre 280
format des objets 262, 276
gérer les modèles 293
histogramme 266
histogramme groupé 264
imprimer 282
indépendant 271
infobulles 274
insérer 239
interpréter les données 262
intervertir lignes et colonnes 265, 268
juxtaposer plusieurs types d'histogrammes 283
largeur de l'intervalle 278, 284
largeur des piles 278
légende 264
limite du second tracé 284
masquer un objet 262, 274
mise en forme express 281
mise en page 282
modèle 291
nuage de points 267, 287, 409
onglet contextuel 262
options des séries 278
ordre de traçage 273
pivoter les secteurs 278
plusieurs types de représentation 282
prévisions 285
quadrillage 280
raccourci 266
radar 268
remplir avec une image 277
remplissage d'une série 277
représenter les dates 278
secteur 267, 284
sélectionner les objets 274
sélectionner un point 288
sélectionner une étiquette 288
SERIE 262, 270
séries 264, 268

superposition des séries 284
supprimer un objet 276
supprimer une série 270
surface 267
tasser 279
titre de série 264, 271–272
type 265–266
type de série 266
utiliser un modèle 292
graphique croisé dynamique
créer 146
modifier 146
graphique sparkline 29, 93
à la même échelle 29
abscisse chronologique 95
groupe 95
modifier 96
guillemets 156

H

HEURE 180
HEXBIN *566*
HEXDEC *566*
HEXOCT *566*
hypertexte 376

I

image 383
compresser 250
contraste 259
correction 259
couleur 259
décomposer 260
filtre 259
insérer 234
luminosité 259
macro 397
netteté 259
options 260
qualité 260
rogner 249
style d’image 255
taille 260
immobilisation 225
IMPAIR *436*

importer
    date 345
    format texte 345
    nombre décimal 346
INCORPORER 240
INDEX 191, 203
indicateur de dispersion *482*
INDIRECT 23, 194–195
individu *475*
infobulle 275
INFORMATIONS 176
instrument financier 206
intérêts composés 207
intervalle de confiance *547*
INTERVALLE.CONFIANCE. NORMAL *547*
INTERVALLE.CONFIANCE. STUDENT *547*
INTPER 210, 212
INVERSE.LOI.F.DROITE *532*
INVERSE.LOI.F.N *531*
INVERSEMAT *455*, *470*
ISPMT 212

J

JEUCUBE 372
jointure 365
JOUR 180
JOURS360 184
JOURSEM 104, 182

K

KURTOSIS *486*, *534*
Kurtosis *486*, *533*

L

liaison
    définition 167
    invite de démarrage 168
    mise à jour automatique 167
    modifier 167
    modifier la source 168
    ouvrir un classeur cible 167
    rompre la liaison 168
lien entre classeurs 4
LIEN_HYPERTEXTE 193
lier aux données source 334
LIGNE 105, 190

ligne
masquer *447*
supprimer 158
LIGNES 190
liquidation 218
LIREDONNEESTABCROIS DYNAMIQUE 141, 195
liste personnalisée 60
LN *453*
LNGAMMA *519*
LNGAMMA.PRECIS *519*
LOG *453*
LOG10 *453*
logarithme *452*
LOGREG *498*
loi Bêta *519*, *527*, *530*
loi binomiale *501*, *508*, *511*
loi de Fisher *498*, *530*
loi de Poisson *503*, *508*
loi de probabilité continue *510*
loi de probabilité discrète *501*
loi de Rayleigh *521*
loi de Student *526*, *538*, *548*
loi de Weibull *521–522*
loi du Khi-deux *523*, *527*, *530*, *542*, *545*
loi exponentielle *521–522*
loi Gamma *516*, *520–521*, *524*, *527*
loi hypergéométrique *506*
loi Log-normale *514*, *521*
loi normale *486*, *503*, *508*, *511*, *524*, *530*, *533*, *536*, *538–540*, *542*, *549–550*
loi normale centrée réduite *512*, *527*, *539*, *548*
LOI.BETA.N *520*
LOI.BINOMIALE.INVERSE *505*
LOI.BINOMIALE.N *502*, *504*, *508–509*
LOI.BINOMIALE.NEG.N *504*
LOI.EXPONENTIELLE.N *518*, *523*
LOI.F.DROITE *497*, *532*
LOI.F.N *531*, *541*, *549*
LOI.GAMMA.INVERSE.N *517*
LOI.GAMMA.N *516*, *518*
LOI.HYPERGEOMETRIQUE.N *507*
LOI.KHIDEUX *518*
LOI.KHIDEUX.DROITE *525*, *544*, *546*
LOI.KHIDEUX.INVERSE *525*
LOI.KHIDEUX.INVERSE.DROITE *526*
LOI.KHIDEUX.N *525*, *544*, *546*

LOI.LOGNORMALE.INVERSE.N *514*
LOI.LOGNORMALE.N *514*
LOI.NORMALE.INVERSE.N *512*
LOI.NORMALE.N *511*
LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE *551*
LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE.N *512*
LOI.NORMALE.STANDARD.N *512*, *540*
LOI.POISSON.N *509*
LOI.STUDENT.BILATERALE *528–529*, *538*
LOI.STUDENT.DROITE *528*
LOI.STUDENT.INVERSE. BILATERALE *529*
LOI.STUDENT.INVERSE.N *528*
LOI.STUDENT.N *528*
LOI.WEIBULL.N *522*

M

macro
- Activate 403
- ActiveWindow 404
- Add 403
- argument 403
- As 404
- bibliothèque 398–399
- Borders 404
- Boucle
  - Do 408
  - For 406
- Case 406
- Case else 406
- Cells 412
- classe 398
- classeur de macros personnelles 421, 427
- collection 398
- ColorIndex 404
- complément 398
- Copy 399
- Date 404
- déboguer 424
- Dim 404
- Each 407
- Else 405
- ElseIf 405
- enregistrer une macro 426–427
- Error 418
- espion express 425

Évaluer une condition If 405
événement 391
exécuter 389, 393–394, 396–398, 411, 419, 423, 427
explorateur d'objets 399, 426
fenêtre espions 425
fenêtre variables locales 424
fonction personnalisée 394
For 410
Formula 412
Function 403
Integer 404
Interior 404
Loop 408
méthode 399
méthode d'un objet 403
mode arrêt 424
module 403
Name 399
Next 406, 410
objet 398
objets Word 399
Parent 399
pas à pas 424
point d'arrêt 424
Private 417
propriété 399
propriété d'un objet 404
raccourci clavier 397
Range 403
ReDim 423
références 399
réinitialiser 424
SaveAs 403
ScrollRow 404
sécurité 391
Select 399, 403, 413
Select Case 406
Selection 404
Sheet 399, 403, 412
sous-programme 413–414
SpecialCells 413
Step 407
structure conditionnelle 405
structure de boucle 406
Sub 403

ThemeColor 404
Until 408
UserForm 415–416, 420, 428
variable 404, 423
variable tableau 423
Variant 405
Visible 399
While 408
Workbook 412
zone de liste 421
macro complémentaire 387
MAINTENANT 55, 180
MAJUSCULE 351, 358
matrice carrée *455*
matrice horizontale 164
matrice identité *456*, *470*
matrice verticale 165
MAX *482*, *484*
MAXA *482*
MEDIANE *481*, *484*, *487*
MEMBRECUBE 372
MEMBREKPICUBE 372
mettre en forme 8
en-têtes 30
marges 30
MIN *482*, *484*
MINA *482*
MINUSCULE 351
MINUTE 180
mise en forme 98
accéder aux règles 107
barre de données 101
conditionnelle 98, 100–102, 106
couleur 105
créer une règle 102
exception 106
jeu d’icônes 102
liste des règles 106
modifier une règle 107
nuance de couleur 101
ordre des règles 103
seuil 100, 102
supprimer une règle 107
valeur extrême 100
Mise en page 79

MOD *441*
modalité *475–476*
mode de calcul
  calculer maintenant 164–165
  itératif 166
  manuel 165
  précision du format affiché 165
  référence circulaire 166
  table de simulation 166
MODE.MULTIPLE *481*
MODE.SIMPLE *481*
Modification directe 167, 326
MOIS 180
MOIS.DECALER 183
mot de passe 312
MOYENNE *479–480*, *487*
moyenne *478*, *527*, *536*, *539*
moyenne conditionnelle *480*
moyenne mobile *480*
MOYENNE.GEOMETRIQUE *480*
MOYENNE.HARMONIQUE *480*
MOYENNE.RANG *488*
MOYENNE.REDUITE *479*
MOYENNE.SI *480*
MOYENNE.SI.ENS 376, *480*
multifenêtrage 45
MULTINOMIALE *461*
multinomiale *461*

N

N 175
NA 176
NB *475*
NB.COUPONS 219
NB.JOURS.COUPON.PREC 219
NB.JOURS.COUPON.SUIV 219
NB.JOURS.COUPONS 219
NB.JOURS.OUVRES 185
NB.JOURS.OUVRES.INTL 185
NB.SI *476–477*, *487*, *534*
NB.SI.ENS 376, *477*
NB.VIDE *475*
NBCAR 357
NBJEUCUBE 372
NBVAL *475*

niveau de confiance *536*
NO.SEMAINE 182–183, 394
nom
coller des noms 330
erreur 158
nombre
en format texte 59
format 58, 85
pourcentage 59
saisie de décimaux 59
nombre complexe *554*
additionner *558*
argument *557*
conjugué *556*
cosinus *559–562*
diviser *558*
élever à une puissance *559*
exponentielle *563*
logarithme base 10 *563*
logarithme base 2 *563*
logarithme népérien *563*
module *556–557*
multiplier *558*
notation *555*
partie imaginaire *555*
partie réelle *555*
racine carrée *559*
représentation géométrique *555*
représentation trigonométrique *557*
sinus *559–562*
soustraire *558*
nombre premier *440*
nommer
cellule 16
feuille 11
plage de cellules 9
NOMPROPRE 351, 357
NON 171
NPM 207, 209

O

objet
3D 259
afficher 243, 260
agrandir 243

aligner 245
aligner horizontalement 246
aligner sur un autre objet 246
aligner verticalement 246
ancrage 242
arrière plan 247
avancer 247
biseau 258
connecteur 243
couper, copier, trier avec les cellules 242
déformer 243, 245
déplacer 244–245
déplacer avec les cellules 242
déplacer horizontalement 244
déplacer verticalement 244
dialogue format 255
dimensionner avec les cellules 242
dissocier 247
dupliquer 244
effet 258
flottant 242
format 255
grouper 247
imprimer 259
incorporé 240
insérer 234, 240
lumière 258
masquer 243, 260
miroir horizontal 247
miroir vertical 247
ombre 258
perspective 259
pivoter 243, 246
poignée 243
premier plan 247
protéger 242
reculer 247
réduire 243
réflexion 258
relief 258
rotation 246, 258
sélectionner 243
sélectionner plusieurs 244
superposition 247
surface 259

taille 249
verrouiller 242
volet sélection 243
objet incorporé 383
obligation 206
OCTBIN *565*
OCTDEC *565*
OCTHEX *566*
OLAP 370
onglet 41
Développeur 202, 386
masquer 43
opérateur 122
arithmétique 150, 158
comparaison 151, *443*
ordre de priorité 151
puissance *452*
référence 151
texte 151
opérateur de comparaison 23
ORDONNEE.ORIGINE *496*
ordre des conditions 172
OU 104, 170
OUX 171

P

PAIR *436*
paramétrer l'environnement 41
PEARSON *493*
Pearson *486*
PENTE *495*
période 207, 211, 230
période brisée 225
PERMUTATION *503*
PETITE.VALEUR *482*
PGCD *441*
PI *463*
PLAFOND *438*
PLAFOND.PRECIS *439*
plage de cellules
déplacer 67
dupliquer 68
extrémités 47
nommer 49
sélectionner par nom 52

transformation de toutes les cellules 69
plan 108, *445*
afficher 110
automatique 108
créer un niveau 110
Grouper 109
hiérarchiser les colonnes 110
hiérarchiser les lignes 109
manuel 109
masquer 110
paramètres 109
supprimer 111
supprimer un niveau 111
utiliser 110
PLANCHER *437*
PLANCHER.PRECIS *437*
plein écran 35
poids du fichier 145
population *474*
portée d'un nom 50
PPCM *441*
préparer pour le partage 296
PREVISION *499*
prévision *498*
PRINCPER 210, 212
priorité des opérateurs 25
PRIX.BON.TRESOR 222
PRIX.DCOUPON.IRREG 220
PRIX.DEC 224
PRIX.FRAC 224
PRIX.PCOUPON.IRREG 220
PRIX.TITRE 220
PRIX.TITRE.ECHEANCE 221
PROBABILITE *505*
probabilités *458*
PRODUIT *451*
PRODUITMAT *454*, *470*
PROPRIETEMEMBRECUBE 372
prorata temporis 218, 225, 228
protéger une feuille 16–17
PUISSANCE *452*

Q

quartile *483*
QUARTILE.EXCLURE *483–484*

QUARTILE.INCLURE *483*
Query 361
QUOTIENT *441*

R

raccourci clavier 38, 389, 397
- Alt+F11 38, 386, 389
- Alt+F8 389, 396–397, 419
- Alt+Q 389, 392
- Alt+Tabulation 40
- commandes du ruban 38
- Ctrl+" 53, 150
- Ctrl+: 55
- Ctrl+Alt+V 157, 298, 383
- Ctrl+B 67
- Ctrl+C 66
- Ctrl+D 67
- Ctrl+Début 47
- Ctrl+Entrée 61
- Ctrl+F 330
- Ctrl+F1 35, 38
- Ctrl+F10 44
- Ctrl+F12 343, 345, 348
- Ctrl+F4 313
- Ctrl+Fin 47
- Ctrl+Flèche 47
- Ctrl+flèche 9
- Ctrl+H 347
- Ctrl+K 376
- Ctrl+Maj+& 8, 17, 84, 352
- Ctrl+Maj+= 72
- Ctrl+Maj+Double-clic 162
- Ctrl+Maj+Entrée 61, 161–164, 381, *454*
- Ctrl+Maj+Flèche 48
- Ctrl+Maj+flèche 9
- Ctrl+N 38
- Ctrl+O 38
- Ctrl+Page précédente 38, 47
- Ctrl+Page suivante 38, 47
- Ctrl+R 387
- Ctrl+S 16
- Ctrl+V 66
- Ctrl+W 38
- Ctrl+X 66
- Ctrl+Y 71

Ctrl+Z 71
F1 96
F11 266
F2 398
F3 53
F4 8, 306, 387
F5 311
F7 62
F9 54–55, 164–165, 272
Maj+F12 16
Maj+F3 154
Maj+Fermer 46
Maj+flèche 9
RACINE 158, *452*
RACINE.PI *464*
radian *463*
RADIANS *463*
RANG.POURCENTAGE. EXCLURE *488*
RANG.POURCENTAGE. INCLURE *488*
RANGMEMBRECUBE 372
RECHERCHE 191
RECHERCHEH 190
recherche-remplacement 347
RECHERCHEV 133, 191, 196, 203
référence
absolue 152
chemin d'accès 152
externe 412, 414
relative 152
semi-relative 152
référence de cellule 4
absolue 14
relative 13
régression multiple *496*
régression simple *494*
REMPLACER 356
Remplacer 64–65
REND.DCOUPON.IRREG 220
REND.PCOUPON.IRREG 220
rendement 220
RENDEMENT.BON.TRESOR 222
RENDEMENT.SIMPLE 222
RENDEMENT.TITRE 220
RENDEMENT.TITRE.ECHEANCE 221
rentabilité 213

répertoire masqué 293
Répéter 8, 61
REPT 356
risque d'erreur *536*
ROMAIN *450*
RTD 195
ruban 34
- ajouter un onglet 37
- enrichir un onglet 37
- réduire 35

S

saisie semi-automatique 60
sauvegarder 16
SECONDE 180
sélectionner 162
séparateur système 347
série automatique 60
SERIE.JOUR.OUVRE 185
SERIE.JOUR.OUVRE.INTL 185
SERVICEWEB 380
SharePoint 300
SI 170, 187, 196, *471*
SI.NON.DISP 172
SIERREUR 171
signature numérique 318
SIGNE *440*
simulation 197
SIN *464*
SINH *468*
SmartArt
- ajouter une case 254
- composition 253
- convertir 255
- définition 237
- disposition 254
- format 255
- format du diagramme 254
- hiérarchie 254
- insérer 237
- styles 254
- supprimer une case 254
- zone de texte 254
- zone graphique 254

solveur 200

SOMME 25, 108–109, 158, 163, *442*
somme avec critères 21
somme des années 231
SOMME.CARRES *457*
SOMME.CARRES.ECARTS *496*
SOMME.SERIE *471*
SOMME.SERIES *449*
SOMME.SI 376, *443*
SOMME.SI.ENS 21, 23, 376, *444*, *477*, *480*
SOMME.X2MY2 *456*
SOMME.X2PY2 *456*
SOMME.XMY2 *456*
SOMMEPROD *457*
SOUS.TOTAL 108, *445–446*
sous-total *445*
    options 116
    plusieurs niveaux 115
sous-total automatique 111
STDEVA *486*
STDEVPA *486*
STXT 354
style 89
    trouver 93
SUBSTITUE 356
suivi des modifications 302
SUP.SEUIL *577–578*
SUPPRESPACE 354
SYD 227, 230
symbole de Kronecker *578*
système *470*
système binaire *563*
système décimal *564*
système hexadécimal *565*
système octal *565*

T

T 353
T.TEST 537
table 111
table de simulation 197
tableau
    dupliquer une colonne 73
    insérer une colonne 73
    intervertir des colonnes 72
    mettre en forme 73

structuré 118
supprimer une colonne 71
supprimer une ligne 71
transposer 69
tableau croisé dynamique 127
afficher les valeurs 136
champ calculé 140
champ de date 133
champ de valeur sophistiqué 137
champ de valeurs 135
champs de valeurs multiples 137
créer 129
détail d'un agrégat 144
filtrer avec des segments 142
filtrer les champs 141
imprimer 145
mettre à jour 145
niveau 131
outil d'analyse 141
présenter 144
source de données 129
TAN *464*
TANH *468*
TAUX 207–208
taux 207
taux de rentabilité interne 213
taux effectif 223
taux nominal 223
TAUX.EFFECTIF 224
TAUX.ESCOMPTE 222
TAUX.ESCOMPTE.R 222
TAUX.INTERET 221
TAUX.NOMINAL 224
technique de validation 61
TEMPS 181
temps 207
TEMPSVAL 181
TENDANCE *499*
test bilatéral *536–537*
test d'ajustement du Khi-deux *524–525*, *542* test d'homogénéité *536*
test d'hypothèse *535*
test d'indépendance *536*
test d'indépendance
du Khi-deux *524–525*, *544*
test de conformité *536*

test de Fisher-Snedecor *531*, *540*, *542*
test de Student *527–528*, *536*, *542*
test du Z *542*
test sur la moyenne *539*
test unilatéral *536–537*
TEXTE 351
transformation de Fisher *549*
transformer en plage 119
transformer en tableau structuré 118
TRANSPOSE 194
TRI 213–214
TRI.PAIEMENTS 216
trier un tableau 112
    désolidariser les en-têtes 113
    liste personnalisée 115
    options de tri 115
    par couleurs 114
    tri élaboré 113
    tri simple 113
trigonométrie 462
TRIM 214–215
TRONQUE *434–435*
TROUVE 355
TYPE 175
TYPE.ERREUR 178

U

unité
    capacité *580*
    distance *580*
    énergie *580*
    force *579*
    heure *579*
    magnétisme *580*
    poids *579*
    pression *579*
    puissance *580*
    température *580*
URLENCODAGE 380
utilitaire d'analyse *552*

V

VA 207–208
valeur actuelle nette 215
valeur centrale *481*

valeur cible 199, 213
valeur extrême *482*
valeur répétitive *481*
valeur résiduelle 225
valeur, nommer 50
VALEUR.DATE 352
VALEUR.ENCAISSEMENT 222
VALEUR.NOMINALE 222
VALEURCUBE 372
valeurs aléatoires *459*
validation des données 202, 305
VAN 214–215
VAN.PAIEMENTS 216
VAR.P *492*
VAR.P.N *485*
VAR.S *485*, *492*
VARA *486*
variable *474*, *490*
variable aléatoire *501*
variable aléatoire gaussienne *573*
variable centrée réduite *490*
variable continue *475*
variable discrète *475*
variable quantitative *474*
variable statistique *475*
variance *531*, *540*
VARPA *486*
VBE
  accéder à 386
  barre d’outils 390
  définition 386
  explorateur de projet 387
  fenêtre Propriétés 387
  menu 390
  module 387–388
  personnaliser 390
  ThisWorkbook 387, 392
  Worksheet 393
VC 207, 209
VC.PAIEMENTS 216–217
VDB 227, 230
vecteur 189
vérifier l’orthographe 61
  automatiquement 63
  corriger 62

dictionnaire personnel 62
règle de correction 63
vérouiller une cellule 16
VPM 207, 209–210, 212
VRAI 171

W

WordArt
insérer 239
styles 255

X

XLSTART 428, 431
XML 379

Z

Z.TEST *539*
zone de texte
dans une forme 239
insérer 239
zone nom 49
ZONES 190
zoom 45, 47